



**TUGAS AKHIR – TE 145561**

## **PROTOTIPE SISTEM PENGOPERASIAN GARDU PORTAL KONVENSIONAL 20KV DALAM KONDISI PEMELIHARAAN**

Robyaziz Versiwimpi Putra  
NRP 2214038010

Dosen Pembimbing  
Ir. Sjamsjul Anam, MT.  
Daniar Fahmi, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK  
Departemen Teknik Elektro Otomasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





**FINAL PROJECT – TE 145561**

***PROTOTYPE OF PORTAL CONVENTIONAL  
SUBSTATION 20KV OPERATION SYSTEM IN  
MAINTENANCE CONDITION***

Robyaziz Versiwimpi Putra  
NRP 2214038010

Advisor  
Ir. Sjamsjul Anam, MT.  
Daniar Fahmi, ST., MT.

POWER ENGINEERING STUDY PROGRAM  
Electrical and Automation Engineering Department  
Vocational Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul **“Prototipe Sistem Pengoperasian Gardu Portal Konvensional 20kV Dalam Kondisi Pemeliharaan”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 20 Juli 2017



Robyaziz Versiwimpi Putra  
NRP 2214038010

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

# **PROTOTIPE SISTEM PENGOPERASIAN GARDU PORTAL KONVENSIIONAL 20KV DALAM KONDISI PEMELIHARAAN**

## **TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Pada**

**Program Studi Teknik Listrik  
Departemen Teknik Elektro Otomasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui:**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir. Sjamsjul Anam, MT.**

**Daniar Fahmi, ST., MT.**

**NIP. 196307251 99003 1 002**

**NIP. 198909252 01404 1 002**

**SURABAYA  
JULI, 2017**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



# **PROTOTYPE SISTEM PENGOPERASIAN GARDU PORTAL KONVENSIONAL 20KV DALAM KONDISI PEMELIHARAAN**

**Nama** : Robyaziz Versiwimpi Putra  
**Pembimbing 1** : Ir. Sjamsjul Anam, MT.  
**Pembimbing 2** : Daniar Fahmi, ST., MT.

## **ABSTRAK**

Berdasarkan data lapangan bahwa masih banyaknya gardu portal konvensional untuk pelanggan tegangan menengah yang belum terdapat sistem pengaman dalam pengoperasiannya. Bilamana terjadi kesalahan operasi maka akan menyebabkan gangguan dan kegagalan sistem kerja pada jaringan PLN serta beresiko bahaya bagi operator pemelihara. Maka timbul ide mengenai penelitian tugas akhir ini membahas mengenai prototipe sistem pengoperasian gardu portal konvensional 20kV dalam kondisi pemeliharaan.

Sistem pengoperasian ini menggunakan magnetic kontaktor sebagai sistem interlock agar pengoperasian buka tutup LBS (*Load Breaker Switch*) pada jaringan satu fasa sesuai dengan SOP yang ada pada PLN. Sistem interlock ini dapat dilihat dengan lampu indikator. Lampu indikator ini sebagai penanda buka tutupnya LBS pada gardu konvensional. Pengiriman sinyal kondisi pengoperasian gardu, dengan menggunakan sensor peak detector sebagai pendeteksi operasi dari masing-masing section LBS yaitu membaca tegangan pada coil relay. Pengiriman sinyal ini dikirim melalui mikrokontroler. Hasil sistem pengoperasian dapat dilihat pada layar LCD panel box yaitu berupa kondisi dari gardu portal tersebut.

Sehingga sistem interlock pada *magnetic* kontaktor yang bekerja pada tegangan rata-rata yaitu sebesar 225,23 Volt dapat menjaga pengoperasian agar sesuai dengan SOP yang berlaku serta pembacaan sensor *peak detector* > 1,8 VDC menunjukkan bahwa kondisi saklar terbuka sebagai notifikasi untuk operator pemelihara dalam mengetahui kondisi saklar gardu portal konvensional.

**Kata Kunci** : Gardu Konvensional, Magnetik Kontaktor, Sensor *Peak Detector*, Mikrokontroler.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## ***PROTOTYPE OF PORTAL CONVENTIONAL SUBSTATION 20KV OPERATION SYSTEM IN MAINTENANCE CONDITION***

**Name** : Robyaziz Versiwimpi Putra  
**Advisor I** : Ir. Sjamsjul Anam, MT.  
**Advisor 2** : Daniar Fahmi, ST., MT.

### ***ABSTRACT***

*Based on the data field that there are still many conventional portal substations for medium voltage customers who have no security system in operation. In the event of a fault of operation it will cause interference and failure of the working system on the PLN network and at risk of danger to the operator. Then the idea arose about this final project discuss about prototype of system operation of conventional portal 20kV in the condition of maintenance condition.*

*This operating system uses a magnetic contactor as an interlock system for the operation of open LBS (Load Breaker Switch) cover on a single phase network in accordance with the existing SOP in PLN. This interlock system can be viewed with indicator light. This indicator lamp as LBS open lid marker on conventional substation. Delivery signal condition of substation operation, using peak detector sensor as detection operation from each section LBS that is reading of stress on coil relay. This sending signal is sent through microcontroller. The results of the operating system can be seen on the LCD panel panel display is a condition of the substation portal.*

*So that the interlock system on the magnetic contactor working on the average voltage of 225.23 Volt can maintain the operation to comply with the applicable SOP as well as the readings of the sensor peak detector > 1.8 VDC indicates that the switch condition is open as a notification for the carrier in knowing Condition of conventional portal substation.*

***Keywords:*** Conventional Substation, Magnetic Contactor, Peak Detector Sensor, Microcontroller.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Puji dan syukur Penulis panjatkan bagi Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga Penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma-3 pada Bidang Studi Teknik Listrik, Departemen Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul:

### **PROTOTYPE SISTEM PENGOPERASIAN GARDU PORTAL KONVENSIIONAL 20KV DALAM KONDISI PEMELIHARAAN**

Dalam Tugas Akhir ini merancang Sistem Pengoperasian dalam gardu portal konvensional pada elanggan industry.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu dan Bapak yang memberikan berbagai bentuk doa serta dukungan tulus, Bapak Ir. Samsul Anam, MT. dan Bapak Daniar Fahmi, S.T., MT. atas segala bimbingan, ilmu, moral dan spiritual dari awal hingga terselesainya Tugas Akhir ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini

Dengan segala kekurangan yang disadari maupun tidak, penulis memohon maaf, semoga Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi orang lain juga bagi pengembangan dikemudian hari.

Surabaya, 20 Juli 2017



Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

# DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PENGESAHAN .....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT .....	xi
KATA PENGANTAR.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL .....	xxiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Laporan .....	4
1.7 Relevansi .....	4
 BAB II TEORI DASAR .....	 5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1.1 Gardu Distribusi .....	6
2.1.1.1 Gardu Hubung.....	7
2.1.1.2 Gardu Trafo .....	8
2.1.1.3 Gardu <i>Open Type</i> (Gardu Sel).....	8
2.1.1.4 Gardu <i>Cosed Type</i> (Kubikel).....	9
2.1.1.5 Gardu Kios (Gardu Besi).....	9
2.1.1.6 Gardu Cantol .....	10
2.1.2 Standard <i>Operation Procedur</i> dari Pengoperasian Kubikel 20kV .....	10
2.1.2.1 Tujuan SOP .....	10
2.1.2.2 Pelaporan Pengoperasian.....	11

2.1.2.3 Petunjuk / Langkah-Langkah .....	11
2.2 <i>Magnetic</i> Kontaktor .....	12
2.1.1 Sistem Interlock .....	13
2.3 Relay AC 220V OMRON MK2P-I .....	13
2.4 Swith Push Button .....	14
2.5 Lampu Indikator A C .....	15
2.6 <i>Board</i> Arduino Mega .....	16
2.6.1 Arduino IDE .....	16
2.7 Sensor <i>Peak Detector</i> .....	18
2.8 Real Time Clock (RTC) .....	18
2.9 LCD (Liquid Crystal Display) .....	20
 BAB III PERANCANGAN SISTEM KONTROL .....	21
3.1 Perancangan Sistem Keseluruhan .....	21
3.2 Perancangan Mekanik .....	27
3.2.1 Perancangan Panel Box .....	27
3.2.2 Perancangan <i>Prototype</i> Gardu Portal Konvensional .....	28
3.2.3 Perancangan Simulasi Gangguan Beban .....	29
3.3 Perancangan <i>Hardware</i> .....	29
3.3.1 Perancangan Power Supply .....	31
3.3.2 Perancangan Sistem Interlock Magnetik Kontaktor .....	31
3.3.3 Jaringan Gardu Portal Konvensional .....	33
3.3.4 Perancangan LCD (Liquid-Crystal Display) .....	35
3.3.5 Perancangan Sensor <i>Peak Detector</i> .....	36
3.3.6 Perancangan <i>Real Time Clock</i> (RTC) .....	37
 BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA .....	39
4.1 Pengujian <i>Power Supply</i> .....	39
4.2 Pengujian <i>Magnetic</i> Kontaktor .....	40
4.3 Pengujian <i>Relay</i> AC .....	44
4.4 Pengujian Arduino Mega .....	46
4.5 Penguian <i>Real Time Clock</i> (RTC) .....	49
4.6 Penguian LCD (Liquid Crystal Display) .....	51
4.7 Penguian Sensor <i>Peak Detector</i> .....	52
4.8 Penguian Keseluruhan .....	53
4.8.1 Pengujian Keseluruhan Dengan Kondisi Pertama .....	54
4.8.2 Pengujian Keseluruhan Dengan Kondisi Kedua .....	55
4.8.3 Pengujian Keseluruhan Dengan Kondisi Ketiga .....	68
4.8.4 Pengujian Keseluruhan Dengan Kondisi Keempat .....	69



4.9 Analisa Relevansi .....	72
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>75</b>
5.1 Kesimpulan .....	75
5.2 Saran.....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN A .....</b>	<b>A-1</b>
A.1 Listing program Arduino IDE pada Arduino Mega .....	A-1
A.1.1 Program Uji Pin Board Arduino.....	A-1
A.1.2 Program Uji LCD.....	A-4
A.1.3 Program Uji RTC.....	A-4
A.1.4 Program Utama .....	A-6
<b>LAMPIRAN B.....</b>	<b>B-1</b>
B.1 <i>Datasheet</i> Magnetic Kontaktor .....	B-1
B.2 <i>Datasheet</i> Relay AC Omron MK2P-I .....	B-5
B.3 <i>Datasheet</i> Switch Push Button .....	B-11
B.4 <i>Datasheet</i> Lampu Indikator AC .....	B-14
B.5 <i>Datasheet</i> Arduino Mega 2560.....	B-16
<b>LAMPIRAN C.....</b>	<b>C-1</b>
C.1 Panel Box .....	C-1
C.2 <i>Prototype</i> Gardu Portal Konvensional .....	C-1
C.3 Simulasi Gangguan Beban .....	C-2
C.4 <i>Hardware</i> Panel Box .....	C-2
C.5 <i>Hardware</i> Prototipe Gardu Portal Konvensional.....	C-3
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>D-1</b>

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Gardu Trafo Tiang .....	8
Gambar 2.2 Jenis Gardu <i>Open Type</i> Pada Sel <i>Outgoing</i> .....	9
Gambar 2.3 Jenis Gardu <i>Closed Type</i> (Kubikel) .....	9
Gambar 2.4 Kontaktor <i>Magnetic</i> .....	12
Gambar 2.5 Contoh Rangkain <i>Interlock</i> Dengan 3 Kontaktor .....	14
Gambar 2.6 Relay Ac Omron MK2P-I.....	14
Gambar 2.7 <i>Switch</i> Push Button.....	15
Gambar 2.8 Lampu Indikator AC.....	15
Gambar 2.9 <i>Board</i> Arduino Mega.....	16
Gambar 2.10 Jendela Arduino IDE .....	17
Gambar 2.11 Rangkaian Sensor <i>Peak Detector</i> .....	18
Gambar 2.12 <i>Real Time Clock</i> (RTC).....	19
Gambar 2.13 Skematik Dari RTC .....	19
Gambar 2.14 LCD 16x2 .....	20
Gambar 3.1 Diagram Fungsional Sistem .....	22
Gambar 3.2a Flowchart Sistem Pengoperasian Gardu Portal.....	22
Gambar 3.2b Flowchart Sistem Pengoperasian Gardu Portal.....	23
Gambar 3.2c Flowchart Sistem Pengoperasian Gardu Portal.....	24
Gambar 3.2d Flowchart Sistem Pengoperasian Gardu Portal.....	25
Gambar 3.3 Perancangan Panel Box.....	28
Gambar 3.4 Perancangan <i>Prototype</i> Gardu Portal Konvensional .....	28
Gambar 3.5 Perancangan Simulasi Gangguan Pada Beban .....	29
Gambar 3.6 Pembuatan <i>Hardware</i> Panel Box .....	30
Gambar 3.7 Pembuatan <i>Hardware Prototype</i> Gardu Portal .....	30
Gambar 3.8 Perancangan <i>Power Supply</i> .....	31
Gambar 3.9 Rangkain Kontaktor Dengan Sistem <i>Interlock</i> .....	32
Gambar 3.10 Wiring Kontaktor .....	33
Gambar 3.11 Perancangan Jaringan Gardu Portal Konvensional .....	34
Gambar 3.12 <i>Single Line Diagram</i> Gardu Portal Konvensional.....	35
Gambar 3.13 Rangkaian LCD .....	36
Gambar 3.14 Rangkaian Sensor Peak Detektor .....	37
Gambar 3.15 Modul Rangkaian RTC Dengan Arduino Mega .....	38

Gambar 4.1	Hasil Pengujian Arus <i>Power Supply</i> Dengan Arduino ....	40
Gambar 4.2	Hasil Pengujian Tegangan <i>Power Supply</i> Dengan Arduino.....	40
Gambar 4.3	Skema Pengujian Tegangan Dan Arus <i>Magnetic</i> Kontaktor .....	41
Gambar 4.4	Salah Satu Hasil Pengujian Tegangan Pada Coil Magnet Kontaktor.....	41
Gambar 4.5	Salah Satu Hasil Pengujian Arus Pada Coil Magnet Kontaktor .....	42
Gambar 4.6	Salah Satu Hasil Pengujian Tegangan Relay Ac Omron .	45
Gambar 4.7	Salah Satu Hasil Pengujian Arus Relay Ac Omron .....	45
Gambar 4.8	Flowchart Pengujian Pin Arduino Logika 1 Dan Logika 0 .....	47
Gambar 4.9	Skema Perancangan Pengujian Pin Arduino .....	47
Gambar 4.10	Salah Satu Hasil Pengujian Tegangan Pada Pin Arduino Mega .....	49
Gambar 4.11	Flowchart Pemograman Untuk Pengujian RTC .....	50
Gambar 4.12	Pengujian Data Waktu Pada RTC.....	50
Gambar 4.13	Flowchart Pengujian LCD .....	51
Gambar 4.14	Hasil Pengujian LCD .....	52
Gambar 4.15	Salah Satu Pengujian Sensor <i>Peak Detector</i> .....	52
Gambar 4.16	Kondisi Gardu Sebelum Dan Sesudah Pemeliharaan .....	54
Gambar 4.17	Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat Adanya Jadwal Dan Gardu Bekerja Secara Normal.....	55
Gambar 4.18	Kondisi Gardu Sebelum Pemeliharaan .....	56
Gambar 4.19	Salah Satu Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat Sebelum Dilakukannya Pemeliharaan .....	57
Gambar 4.20	Kondisi Lampu Indikator Pada Gardu Portal Saat Dibukanya <i>Circuit Breaker</i> .....	58
Gambar 4.21	Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat <i>Circuit Breaker</i> Dibuka .....	59
Gambar 4.22	Kondisi Lampu Indicator Pada Gardu Portal Saat Dibukanya LBS <i>Incoming</i> .....	59
Gambar 4.23	Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat LBS <i>Incoming</i> Dibuka .....	60
Gambar 4.24	Kondisi Lampu Indikator Pada Gardu Portal Saat Dibukanya LBS <i>Outgoing</i> .....	61

Gambar 4.25	Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat LBS <i>Outgoing</i> Dibuka .....	62
Gambar 4.26	Kondisi Lampu Indikator Pada Gardu Portal Saat Menutup LBS <i>Outgoing</i> .....	63
Gambar 4.27	Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat LBS <i>Outgoing</i> Tertutup.....	64
Gambar 4.28	Kondisi Lampu Indikator Pada Gardu Portal Saat Ditutupnya LBS <i>Incoming</i> .....	65
Gambar 4.29	Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat LBS <i>Incoming</i> Tertutup.....	65
Gambar 4.30	Kondisi Lampu Indikator Pada Gardu Portal Saat Ditutupnya <i>Circuit Breaker</i> .....	66
Gambar 4.31	Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat <i>Circuit Breaker</i> Tertutup.....	67
Gambar 4.32	Kondisi Gardu Saat Kondisi Tidak Ada Jadwal Dan Beroperasi Secara Normal .....	68
Gambar 4.33	Tampilan Panel Box Pada Tanggal 13 Januari 2014 Saat Kondisi Tidak Ada Jadwal Dan Beroperasi Secara Normal .....	69
Gambar 4.34	Kondisi Gardu Saat Kondisi Tidak Ada Jadwal Dan Beroperasi Secara Normal .....	70
Gambar 4.35	Tampilan Panel Box Pada Tanggal 22 April 2017 Saat Gardu Dalam Kondisi Normal .....	70
Gambar 4.36	Tampilan Panel Box Pada Saat Gardu Terjadi Gangguan.....	71
Gambar 4.37	Kondisi Beban Setelah Dilakukannya Simulasi.....	71
Gambar 4.38	Tampilan Panel Box Setelah Gardu Dilakukan Perbaikan .....	72

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

## DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 3.1	Pin Kontak Dari <i>Magnetic</i> Kontaktor..... 33
Tabel 3.2	Pin Relay AC OMRON..... 35
Tabel 4.1	Pengujian Arus Dan Tegangan Pada <i>Power Supply</i> ..... 40
Tabel 4.2	Kondisi Push Button Belum Ditekan ..... 42
Tabel 4.3	Kondisi Push Button 1 Ditekan ..... 43
Tabel 4.4	Kondisi Push Button 2 Ditekan ..... 43
Tabel 4.5	Kondisi Push Button 3 Ditekan ..... 44
Tabel 4.6	Kondisi Push Button Belum Ditekan ..... 45
Tabel 4.7	Kondisi Push Button 1 Ditekan ..... 45
Tabel 4.8	Kondisi Push Button 2 Ditekan ..... 46
Tabel 4.9	Kondisi Push Button 3 Ditekan ..... 46
Tabel 4.10	Pengujian Tegangan Arduino Mega Dengan Logika 1 Dan 0 ..... 48
Tabel 4.11	Pengujian Data Waktu Pada RTC ..... 51
Tabel 4.12	Hasil Pengujian Tegangan Sensor Peak Detektor ..... 52

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Di Indonesia pelanggan penggunaan listrik yang paling besar masih dipegang oleh pabrik-pabrik yang umumnya berlangganan daya sebesar 20 kV sehingga pada instalasi tenaga listrik dan peralatan elektrik disetiap pabrik, banyak dijumpai panel ataupun gardu yang digunakan untuk melindungi peralatan tersebut. Oleh karena itu untuk menjaga kelangsungan dari suatu peralatan atau komponen listrik agar dapat bekerja secara normal diperlukan adanya pemeliharaan. Pada pelanggan tegangan menengah ini memiliki 2 jenis yaitu kubikel dan portal konvensional.

Pada umumnya pemeliharaan dilakukan oleh operator listrik dengan mengoperasikan gardu. Sistem pengoperasian pada kubikel telah terdapat sistem pengaman yaitu sistem interlock dengan mengunci rak pada gardu sehingga pengoperasian diharapkan sesuai dengan prosedur yang ada. Sistem interlock ini bekerja antara LBS (*Load Breaker Swicht*) dan saklar *grounding*. Namun pada Sistem pengoperasian di gardu portal konvensional masih berjalan dengan manual dan masih belum adanya sistem pengaman saat pengoperasian. Bila dilakukannya pengoperasian tidak sesuai dengan prosedur yang ada maka dapat membahayakan operator yang sedang bertugas serta dapat terganggunya sistem yang ada pada jaringan PLN.

Teknik Elektro Otomasi dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember adalah untuk memberikan solusi dengan membuat suatu *prototype* Sistem Pengoperasian Gardu Portal 20KV Dalam Kondisi Pemeliharaan. Dimana dalam hal ini kami menggunakan kontaktor Magnetik sebagai relay dan untuk membuat sistem *interlock* yang nantinya akan membuat LBS/saklar membuka dan menutup sesuai dengan standar pengoperasian yang benar. Kontaktor ini untuk menggerakkan LBS/saklar di masing-masing sel yaitu *incoming*, metering dan *Outgoing* pada gardu portal yang selanjutnya berdasarkan sensor ini operator PLN dapat memantau operasi dari saklar ini berdasarkan SOP yang ada. Untuk sensor tegangan diletakkan pada DS pada gardu portal dan digunakan untuk memonitoring tegangan yang lewat di setiap sambungan yang dapat digunakan oleh operator PLN untuk mengetahui bilamana masih terdapat tegangan sisa pada gardu portal tersebut sehingga tidak membahayakan orang yang sedang

melakukan pemeliharaan, dalam *prototype* ini dilengkapi dengan rangkaian lampu sebagai indikator beban pelanggan yang akan mati ketika di suatu jaringan sedang dilakukan pemadaman. Selanjutnya hasil pembacaan dari sensor tegangan akan dikonversikan oleh ADC yang selanjutnya akan diproses oleh arduino sehingga arduino akan mengirimkan hasil dari tiap status peralatan yang ada pada gardu portal ini yang kemudian akan dilaporkan dalam bentuk aplikasi android serta sms dan dikirimkan kepada operator PLN.

Alat tersebut akan dibuat dalam bentuk *prototype* yang menggambarkan kondisi saklar yang bekerja pada pelanggan tegangan menengah dengan pembacaan tegangan. Alat ini diharapkan dapat bekerja dengan baik sehingga kedepannya dapat membantu PLN dalam memandu proses pemeliharaan agar keamanan dalam proses pengerjaan tetap terjaga.

## **1.2 Permasalahan**

Dalam pembuatan tugas akhir ini, ada beberapa permasalahan yang dihadapi yaitu bagaimana pembuatan sistem interlock yang digunakan untuk mengamankan operator dalam mengoperasikan saklar pemutus pada gardu portal agar tidak menimbulkan kesalahan sistem kerja dan belum adanya monitoring tegangan pada gardu saat sebelum dan sesudah pemeliharaan. Selain itu juga terdapat permasalahan dalam perancangan simulasi gangguan pada beban.

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam pembuatan tugas akhir ini, diberikan batasan permasalahan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Pada tugas akhir ini menggunakan sistem *interlock* pada kontaktor untuk membuat sistem buka tutup dari LBS dan Arduino Mega untuk mengkonversikan sensor tegangan yang ada pada gardu. Adapun batasan masalah lainnya sebagai berikut :

1. Ruang lingkup penggunaan alat ini digunakan pada Gardu Portal Konvensional dengan menggunakan supply tegangan satu fasa yaitu 220V
2. Pengoperasian saklar menerapkan sistem *interlock* dengan menggunakan *Magnetic* kontaktor.
3. Sensor *peak detector* yang digunakan disesuaikan dengan kemampuan mikrokontroler yang digunakan.

#### 1.4 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang ada, tujuan dari tugas akhir ini adalah membuat suatu sistem keamanan dalam memantau pengoperasian saklar pemutus ketika proses pemeliharaan gardu portal 20 kV pada pelanggan industri. Dari uraian tersebut, maka dapat dibagi menjadi tiga tujuan dalam proyek akhir ini, yaitu:

1. Membuat sistem pengaman dalam pengoperasian LBS dan pada pemeliharaan gardu portal konvensional menggunakan sistem interlock pada gardu portal
2. Mengetahui jaringan di dalam gardu portal benar-benar bebas bertegangan dengan adanya indikator
3. Membuat sistem notifikasi bilamana gardu portal terjadi gagal kerja saat tidak adanya jadwal pemeliharaan

#### 1.5 Metodologi Penelitian

Dalam pelaksanaan tugas akhir *prototype* Sistem Pengoperasian dalam pemeliharaan Gardu Portal 20KV untuk Pelanggan Industri. berbasis Arduino dengan media SMS, ada beberapa kegiatan yang dapat diuraikan. Tahap pertama adalah tahap persiapan, pada tahap ini akan dilakukan studi literatur mengenai Mempelajari konsep dasar gardu portal 20 KV konvensional beserta SOP pemeliharaan, konsep dasar sistem *interlock* dan *Magnetic* kontaktor Mempelajari karakteristik kerja sensor tegangan. sensor tegangan dihubungkan dengan mikrokontroller untuk mendeteksi ada tidaknya tegangan pada gardu portal tersebut. Tahap kedua adalah tahap perancangan *hardware*. Pada tahap ini akan dilakukan perancangan sesuai data yang telah didapatkan dari studi literatur. Berikutnya adalah tahap pembelian dan pembuatan. Pada tahap pembelian komponen ini akan dilakukan pembelian komponen sesuai data yang telah dikumpulkan melalui studi literatur. Tahap pembuatan pada tahap ini akan dilakukan pembuatan alat setelah semua komponen telah lengkap disertai dengan data cara pembuatannya yang diperoleh dari studi literatur. Tahap selanjutnya adalah tahap pengujian, Pada tahap ini akan dilakukan pengujian alat yang telah dibuat. Tahap analisa pada tahap ini akan dilakukan analisa. Faktor apa saja yang menyebabkan alat tidak bekerja sesuai dengan keinginan atau terjadi *error*. Tahap akhir pada tahap ini akan dilakukan penyempurnaan pada alat dan membenahi alat jika terjadi *error* sesuai dengan data yang telah didapat pada analisa.

## **1.6 Sistematika Laporan**

Pembahasan tugas akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika laporan, dan relevansi.

### **BAB II TEORI DASAR**

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka, konsep dari sistem *interlock* dan metode pengoperasian saklar gardu Portal dan Standar operasi gardu portal

### **BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUTAN ALAT**

Bab ini membahas desain dan perancangan *hardware* dari *prototype* pengoperasian Gardu Portal konvensional 20kV serta beberapa perancangan pada panel box

### **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA**

Bab ini memuat hasil simulasi dan implementasi serta analisa dari hasil tersebut.

### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

## **1.7 Relevansi**

Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini diharapkan agar mampu mempermudah petugas PLN untuk melaksanakan pemeliharaan gardu portal 20 KV konvensional pada industri. Selain itu juga diharapkan alat ini mampu mempercepat kinerja tanpa ada kecelakaan bagi petugas pemelihara yang dapat menyebabkan kegagalan sistem jaringan nantinya.

## **BAB II**

### **TEORI DASAR**

Pada bab ini menjelaskan mengenai teori–teori yang mendasari perancangan dan pembuatan tugas akhir. Teori yang mendukung penyelesaian tugas akhir ini diantaranya adalah mengenai pengoperasian gardu portal konvensional 20kV pada pelanggan industri, sensor tegangan, mikrokontroler, *Magnetic* kontaktor RTC, LCD.

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Pemeliharaan gardu konvensional 20 kV pada pelanggan industri tegangan menengah saat ini masih dilakukan secara manual dan tanpa ada sistem proteksi yang menjaga agar proses pemeliharaan berjalan dengan baik dan terstruktur sesuai dengan standar yang ada. Metode yang dilakukan yaitu dengan membuka dan menutup LBS atau saklar secara manual dan belum adanya sistem pentanahan pada gardu konvensional [1]. Berbeda halnya dengan gardu yang sudah mempunyai sistem proteksi di dalamnya untuk menjaga kehandalan sistem jaringan juga terdapat saklar pentanahan. Selain itu pada gardu konvensional, petugas atau operator pemelihara masih melakukan pembuangan sisa muatan di sepanjang saluran yang masuk pada gardu. Pembuangan muatan ini menggunakan kawat penghantar yang dihubungkan di ketiga fasanya dan dihubungkan dengan tanah. Ketika di sentuhkan kepada masing-masing fasa akan timbul bunga api.

Pada perlakuan atau proses pemeliharaan gardu konvensional ini cukup membahayakan operator dalam melakukan pekerjaan. Operator tidak mengetahui apakah tegangan sisa masih tersisa atau sudah hilang. Dengan kesalahan pengoperasian pula dapat menyebabkan terganggunya kehandalan sistem baik pada sisi pelanggan maupun jaringan di PLN.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan *prototype* pengoperasian gardu portal konvensional 20kV. *Prototype* ini menggunakan sistem *interlock*. Hasil yang diharapkan dari *interlock* ini adalah dapat mengoperasikan LBS sesuai dengan standar operasional yang telah ditentukan. Selain itu juga dapat memantau tegangan yang ada pada gardu konvensional dengan *sensing* tegangan

### 2.1.1 Gardu Distribusi [1]

Gardu distribusi tenaga listrik adalah suatu tempat/ bangunan instalasi listrik yang didalamnya terdapat alat-alat : pemutus, penghubung, pengaman dan tafo distribusi untuk mendistribusikan tenaga listrik sesuai dengan kebutuhan tegangan konsumen. Peralatan-peralatan ini adalah untuk menunjang pendistribusian tenaga listrik secara baik yang mencakup kontinuitas pelayanan yang terjamin mutu yang tinggi dan menjamin keselamatan bagi manusia. Fungsi dari gardu distribusi adalah sebagai berikut :

- a. Menyalurkan tenaga listrik tegangan menengah ke konsumen tegangan rendah.
- b. Menurun tegangan menengah menjadi tegangan rendah selanjutnya disalurkan kekonsumen tegangan rendah.
- c. Menyalurkan/ meneruskan tenaga listrik tegangan menengah ke gardu distribusi lainnya dan ke gardu hubung.

Bagian-bagian dari sistem distribusi tenaga listrik yaitu :

#### 1. Jaringan Subtransmisi

Jaringan subtransmisi berfungsi menyalurkan daya listrik dari sumber daya besar menuju gardu induk yang terletak di daerah tertentu. Biasanya menggunakan tegangan tinggi 70kV-150kV ataupun tegangan ekstra tinggi (500kV) dalam penyaluran tegangannya, hal ini dilakukan untuk berbagai alasan efisiensi, antara lain penggunaan penampang penghantar menjadi efisien., karena arus yang mengalir akan menjadi kecil, ketika tegangan tinggi diterapkan.

#### 2. Gardu induk distribusi

Dibagi menjadi dua yaitu :

- a. Gardu induk (GI), yaitu berfungsi menerima daya listrik dari jaringan subtransmisi primer (jaringan Tegangan Menengah). Sehingga pada bagian ini terjadi penurunan tegangan dari tegangan tinggi ataupun tegangan extra tinggi ke tegangan menengah 20 kV.

#### b. Gardu Hubung (GH)

Gardu hubung berfungsi menerima daya dari gardu induk yang telah diturunkan menjadi tegangan menengah dan menyalurkan dan membagi daya listrik tanpa merubah tegangannya melalui jaringan distribusi

primer (JTM) menuju gardu atau transformator distribusi.

### 3. Jaringan Distribusi Primer / Jaringan Tegangan Menengah (JTM)

Jaringan distribusi primer berfungsi menyalurkan daya listrik, menjelajahi daerah asuhan ke gardu / transformator distribusi. Jaringan distribusi primer dilayani oleh gardu hubung atau langsung dari gardu induk dan atau dari pusat pembangkit.

### 4. Gardu Distribusi (GD)

Gardu distribusi berfungsi untuk menurunkan tegangan primer (tegangan menengah) menjadi tegangan sekunder (tegangan rendah) yang biasanya 127/220 Volt atau 220/ 380 Volt.

### 5. Jaringan Distribusi Sekunder/ Jaringan Tegangan Rendah (JTR)

Jaringan distribusi sekunder berfungsi untuk menyalurkan/ menghubungkan sisi tegangan rendah transformator distribusi ke konsumen menggunakan jaringan hantaran udara 3 fasa 4 kawat dengan tegangan distribusi sekunder 127/ 220 Volt atau 220/ 380 Volt.

Kecuali untuk daerah-daerah khusus dengan pertimbangan keindahan, keselamatan dan keandalan yang tinggi dipergunakan sistem kabel bawah tanah

### 6. Sambungan Rumah

Pada sambungan rumah, biasanya tegangan yang diterima sebesar 110-400 Volt, yaitu tegangan saluran beban menghubungkan kepada peralatan. Pada sambungan rumah, tegangan yang diterima disesuaikan antara 220/380 Volt.

#### **2.1.1.1 Gardu Hubung [1]**

Gardu Hubung disingkat GH atau Switching Substation adalah gardu yang berfungsi sebagai sarana manuver pengendali beban listrik jika terjadi gangguan aliran listrik, program pelaksanaan pemeliharaan atau untuk maksud mempertahankan kontinuitas pelayanan. Isi dari instalasi Gardu Hubung adalah rangkaian saklar beban (Load Break switch – LBS), dan atau pemutus tenaga yang terhubung paralel. Gardu Hubung juga dapat dilengkapi sarana pemutus tenaga pembatas beban pelanggan khusus Tegangan Menengah.

### 2.1.1.2 Gardu Trafo [1]

Umumnya konfigurasi Gardu Tiang yang dicatu dari SUTM adalah T section dengan peralatan pengaman Pengaman Lebur Cut-Out (FCO) sebagai pengaman hubung singkat transformator dengan elemen pelebur (pengaman lebur *link type expulsion*) dan *Lightning Arrester* (LA) sebagai sarana pencegah naiknya tegangan pada transformator akibat surja petir. Jenis gardu Trafo dapat dilihat pada Gambar 2.1 .



**Gambar 2.1** Gardu Trafo Tiang

### 2.1.1.3 Gardu *Open type* (Gardu Sel) [1]

Gardu *Open type* adalah gardu distribusi yang mempunyai peralatan hubung terbuka. Dimana dalam bekerjanya pisau-pisau dalam peralatan hubung, dapat dengan mudah dilihat mata biasa (dapat diawasi) baik pada saat masuk (menutup) atau saat keluar (membuka). Biasanya tempat pemasangan peralatan hubung semacam ini diberi sekat antara satu dengan yang lainnya yang terbuat dari tembok dan karena hal ini, gardu tembok *Open type* sering disebut gardu sel. Untuk lebih memahami gardu *Open type* dapat dilihat pada Gambar 2.2 .





**Gambar 2.2** Jenis Gardu *Open Type* Pada Sel *Outgoing*

#### **2.1.1.4 Gardu *Closed type* (Kubikel)[2]**

Gardu *Closed type* adalah gardu distribusi baik gardu trafo atau gardu hubung yang memiliki peralatan hubung tertutup. Dimana peralatan hubung baik untuk *incoming*, *Outgoing*, pengamatan trafo dan sebagainya ditempatkan dalam suatu lemari khusus yang tertutup sehingga bekerjanya pisau-pisau peralatan hubung tidak dapat dilihat dan dipantau pergerakan pisanya. Gardu dengan jenis *Closed type* ini sering disebut sebagai kubikel. Terlihat pada Gambar 2.3 merupakan salah satu jenis gardu *closed type*.



**Gambar 2.3** Jenis Gardu *Closed Type* (Kubikel)

#### **2.1.1.5 Gardu Kios (Gardu Besi) [3]**

Gardu tipe ini adalah bangunan *prefabricated* terbuat dari konstruksi baja, fiberglass atau kombinasinya.

#### **2.1.1.6 Gardu Cantol [3]**

Pada Gardu tipe Cantol, trafo tenaga yang terpasang adalah transformator dengan daya < 100kVA. Trafo tenaga yang terpasang adalah jenis CSP (Completely Self Protected Transformer) yaitu peralatan switching dan proteksinya sudah terpasang lengkap dalam tangki transformator.

#### **2.1.2 Standard Operation Procedur dari Pengoperasian Kubikel 20kV [4]**

*Standar Operation Procedure* Adalah suatu bentuk ketentuan tertulis berisi prosedur / langkah-langkah kerja yang dipergunakan untuk melaksanakan suatu kegiatan. Dalam bahasa Indonesia SOP disebut dengan Prosedur Tetap dan disingkat Protap. SOP Pengoperasian Kubikel 20kV berarti ketentuan tentang prosedur / langkah – langkah kerja untuk mengoperasikan Kubikel pada pengoperasian instalasi atau jaringan distribusi 20 KV

##### **2.1.2.1 Tujuan SOP**

Pengoperasian Kubikel 20 KV berarti membuat peralatan yang ada di gardu bekerja atau tidak bekerja, dialiri arus listrik atau dipadamkan dari aliran arus listrik. Dampak dari pengoperasian gardu berarti jaringan distribusi dibebani atau dikosongi bebannya, instrumen sebagai kelengkapannya bekerja atau tidak bekerja sehingga mempengaruhi kerja peralatan listrik sebelum maupun sesudah Gardu.

Contoh :

##### **1. Akibat pengoperasian gardu terhadap sistem dan peralatan listrik lain**

Apabila gardu 20 kV di Gardu Induk sebagai alat hubung penyulang dimasukkan, maka pada sisi hulu yaitu Trafo GI dan Generator Pembangkit yang melayani trafo GI akan mendapat beban sebanyak yang tersambung dari penyulang. Beberapa dampak yang timbul antara lain tegangan Trafo GI dan Generator Pembangkit menjadi turun, sehingga perlu pengaturan. Tetapi akibat buruk dapat terjadi misalnya, pada Trafo GI atau Generator Pembangkit terjadi beban lebih atau overload sehingga terjadi Trip bahkan dapat terjadi pemadaman total.

Sebaliknya pelepasan beban juga dapat berdampak kurang baik, misalnya tegangan trafo atau generator akan naik melebihi batas yang dapat merusak peralatan listrik.

## **2. Akibat pengoperasian terhadap personil**

Pengoperasian gardu 20 KV pada jaringan atau instalasi beban di sisi hulu tanpa ada koordinasi dengan pihak lain di sisi hilir : pemakai listrik, pihak pemeliharaan, dapat menyebabkan terjadi kecelakaan terhadap personil.

Dari contoh di atas dapat disimpulkan bahwa akibat dari pengoperasian gardu dapat menyebabkan terjadinya kondisi yang tidak aman dan kerugian material. Untuk menghindari hal tersebut maka dibuatlah SOP yang berisi prosedur langkah-langkah yang tertata guna melaksanakan kegiatan.

### **2.1.2.2 Pelaporan Pengoperasian**

Pelaporan ini menunjukkan bahwa terdapat pemeliharaan atau perbaikan peralatan dalam gardu maupun kubikel milik PLN. Pelaporan ini dilakukan untuk memantau setiap pengoperasian yang ada.

1. Setiap perubahan posisi keluar masuk LBS / PMT / PMS harus di laporkan ke pusat pengatur distribusi
2. Laporkan jam start pengeluaran dan pemasukan / LBS / PMT / PMS gardu menggunakan alat komunikasi radio yang disediakan dipusat pengatur distribusi / posko

### **2.1.2.3 Petunjuk Langkah-Langkah Pengoperasian**

Ada 4 tahap penting dalam pengoperasian gardu baik itu konvensional maupun kubikel yaitu :

1. Menyiapkan peralatan yang dibutuhkan untuk pengoperasian
2. Membuka PMT

Pada tahap ini untuk memadamkan gardu agar arus beban menjadi nol. Gardu milik PLN tidak terhubung dengan instalasi milik pelanggan.

3. Melepas DS(*Disconnecting Switch*) pada tiang SUTM. Pada tahap ini dilakukan untuk membebaskan gardu agar

terbebas dari tegangan (tegangan menjadi nol) serta gardu tidak lagi terhubung dengan jaringan 20kV.

4. Membuka LBS pada setiap sel.

Pada tahap ini untuk memeriksa kesiapan gardu untuk dilakukan pemeliharaan. Kegiatan yang dilakukan antara lain adalah :

- a. Mengukur tahanan isolasi alat hubung
- b. Mengukur tahanan kontak alat hubung
- c. Mengukur tahanan isolasi (disebut megger) kabel yang akan diberi tegangan

## 2.2 ***Magnetic Kontaktor*** [5]

Kontactor atau sering juga disebut dengan istilah relay contactor dapat kita temui pada panel kontrol listrik. Pada panel listrik contactor sering digunakan sebagai selektor atau saklar transfer dan *interlock* pada sistem ATS. Untuk lebih mengenal contactor dapat dilihat pada Gambar 2.4 . *Magnetic* contactor terdiri dari kontak utama dan kontak bantu..Prinsip kerja contactor sama seperti relay, dalam contactor terdapat beberapa saklar yang dikendalikan secara elektromagnetik.Pada suatu contactor terdapat saklar dengan jenis NO (Normally Open) dan NC (Normally Close) dan sebuah kumparan atau coil elektromagnetik untuk mengendalikan saklar tersebut. Apabila coil elektromagnetik contactor diberikan sumber tegangan listrik AC maka saklar pada contactor akan berubah kondisinya, yang semula OFF menjadi ON dan begitupun sebaliknya. Contactor yang digunakan yaitu jenis NC1-09 dengan arus operasional 9A, serta power kontrol motor 3 phasanya yaitu 2.2kW dengan tegangan 1 phasa.



**Gambar 2.4** Kontactor *Magnetic*

### 2.2.1 Sistem Interlock

Sistem *interlock* adalah suatu cara untuk mengamankan jalannya proses serta pengamanan peralatan dari unit yang paling kecil sampai keseluruhan sistem. Dimana alat pengaman tersebut terkait satu dengan yang lainnya, sehingga membentuk satu kesatuan yang akan bekerja secara serentak apabila kondisi proses atau alat mengalami gangguan. Disamping itu, sistem *interlock* ini juga dilengkapi dengan sistem untuk menjaga kelancaran operasinya suatu peralatan. *Interlock* juga dilengkapi dengan sistem bypass berupa switch. Hal ini dimaksudkan apabila diperlukan kita bisa menonaktifkan *interlock* tersebut sehingga tidak berfungsi, misalnya untuk keperluan pemeriksaan/perbaikan atau terjadi kerusakan pada sistem *interlock* yang mana perbaikannya hanya bisa dilakukan pada saat industri tidak beroperasi. Contoh rangkaian *interlock* dengan kontaktor dapat dilihat pada Gambar 2.5. Sistem *interlock* ada dua macam, yaitu :

#### a. Sistem OR

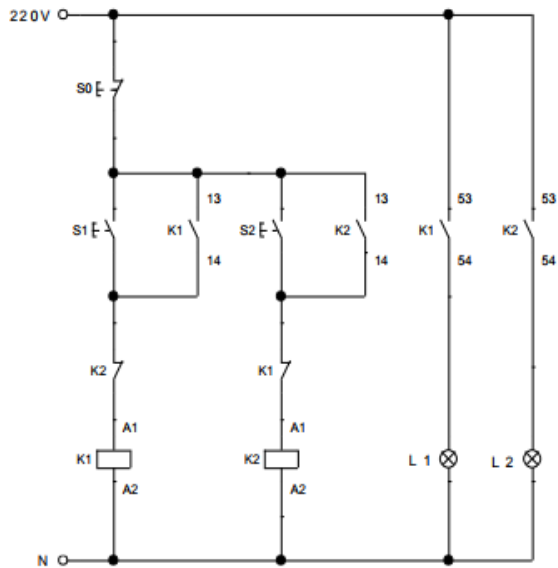
Yang di maksud dengan sistem OR ialah apabila salah satu atau semua input A, B atau C memberikan sinyal *interlock*, maka output D langsung menerima sinyal tersebut yang selanjutnya untuk ke relay-relay *interlock* tersebut.

#### b. Sistem AND

Yang dimaksud dengan sistem AND adalah apabila salah satu input A, B atau C memberikan sinyal *interlock* maka D tidak akan menerima sinyal tersebut, jadi D akan menerima sinyal jika hanya ketiga input memberikan sinyal secara bersamaan.

### 2.3 Relay AC 220V OMRON MK2P-I [7]

Fungsi relay secara umum adalah sebagai pensaklaran yang dapat aktif apabila diberi arus listrik pada coil magnetiknya. Pada relay AC akan bekerja saat diberi tegangan bolak-balik yang biasanya mempunyai tegangan kerja 220V. Konstruksi relay pada umumnya sama namun pada relay AC inti besi terdapat cincin hubung singkat yang berfungsi sebagai peredam getaran. Karena pada sumber listrik AC 220V memiliki frekuensi. Jika frekuensi sumber AC adalah 50 Hz maka getaran akan sebanding dengan 50 kali dalam 1 detik. Dengan adanya cincin hubung singkat ini maka getaran akan diredam sehingga relay dapat bekerja persis dengan relay DC. Relay AC Omron MK2P-I dapat dilihat pada Gambar 2.6



**Gambar 2.5** Contoh Rangkain *Interlock* Dengan 3 Kontaktor



**Gambar 2.6** Relay AC Omron MK2P-I

## 2.4 Switch Push Button [8]

Switch push button adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian-bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain ( suatu sistem saklar tekan push button terdiri dari saklar tekan start, Stop reset dan saklar tekan untuk emergency. Push button memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*)).

Prinsip kerja push button ini adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak akan berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop dan kontak NO akan berfungsi sebagai start, biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor induksi pada industri. *Swicth* push button dapat dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7** *Switch* Push Button

## 2.5 Lampu Indikator AC [9]

Lampu indicator AC merupakan suatu perangkat yang terpasang diperangkat elektronik yang memiliki fungsi sebagai penunjuk status dari perangkat listrik. Lampu ini mempunyai berbagai macam warna dan fungsi yang disesuaikan dengan kebutuhannya,asing-masing didalam peralatan listrik. Pada umumnya lampu indikator AC ini dapat dijumpai pada panel listrik dimana dapat memudahkan dalam mengontrol arus pada panel tersebut. Bentuk dari lampu indikator AC dapat dilihat pada Gambar 2.8.



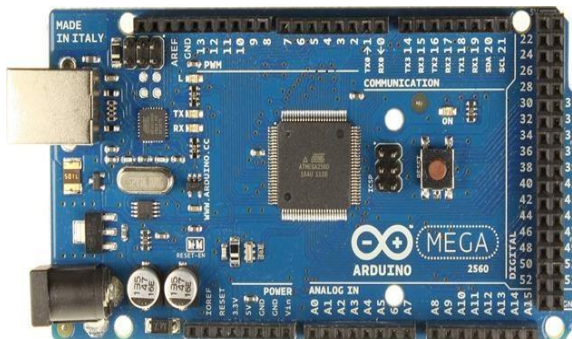
**Gambar 2.8** Lampu Indikator AC

## 2.6 *Board Arduino Mega [10]*

Board Arduino Mega adalah sebuah sistem minimum berbasis mikrokontroler ATmega2560. Spesifikasi board Arduino berdasarkan datasheet adalah sebagai berikut :

1. Tegangan aktif 5V
2. Tegangan masukan 7-12V
3. Tegangan masukan (batas) 6-20V
4. Pin Input/Output Digital 54 (6 dapat digunakan sebagai PWM)
5. Pin Input Analog 16
6. Arus DC pin I/O 40 mA
7. Arus DC pada 3,3V 50 mA
8. Flash Memory 128 KB (ATmega328), 0,5 KB digunakan bootloader
9. SRAM 8 KB (ATmega328)
10. EEPROM 4 KB (ATmega328)
11. Clock Speed 16 MHz

Board ini dilengkapi jack DC dengan ukuran tegangan antara 6-20V. Selain itu, board ini juga dilengkapi USB untuk komunikasi serial sehingga dapat dengan mudah dikoneksikan dengan PC. Bentuk fisik board Arduino seperti pada Gambar 2.9 .



**Gambar 2.9** *Board Arduino Mega*

### 2.6.1 *Arduino IDE [10]*

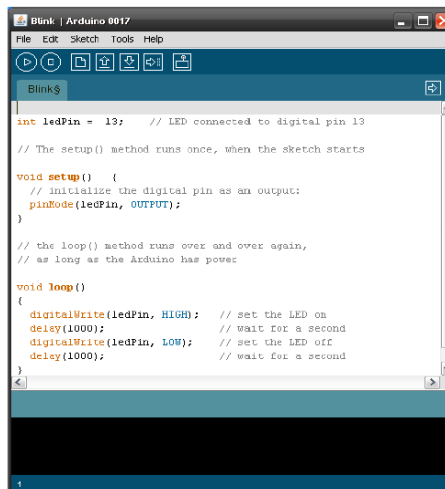
Board Arduino dapat di program menggunakan software open source bawaan Arduino IDE. Arduino IDE adalah sebuah aplikasi crossplatform yang berbasis Bahasa pemrograman Processing dan



Wiring. Arduino IDE di desain untuk mempermudah pemrograman dengan adanya kode editor yang dilengkapi dengan syntax highlighting, brace matching, dan indentasi otomatis untuk kemudahan pembacaan program, serta dapat melakukan proses compile dan upload program ke board dalam satu klik. Jendela Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.10 .

IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari:

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
2. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa Processing. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.
3. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari computer ke dalam memory di dalam papan Arduino.

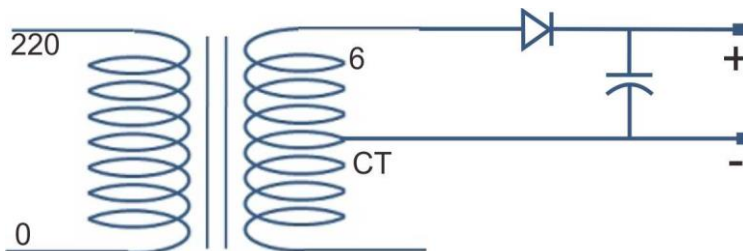


**Gambar 2.10** Jendela Arduino IDE

## 2.7 Sensor Peak Detector [11]

Sensor *peak detector* merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya tegangan yang melalui suatu peralatan listrik. Sensor *peak detector* menggunakan trafo step down dengan rangkaian penyearah. Penggunaan trafo step down yaitu agar dapat menurunkan tegangan pada sisi primer terhadap sisi sekunder, sehingga pada sisi sekunder dapat digunakan untuk peralatan pengukuran. Prinsip kerja dari sebuah trafo adalah ketika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan dihindarkan inti besi ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul ggl induksi. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder. Dari sebuah trafo.

Rangkaian penyearah ada 2 macam yaitu penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh, penyearah setengah gelombang menggunakan 1 dioda sedangkan penyearah gelombang penuh ada yang menggunakan 4 dioda dan 2 dioda tergantung dengan jenis trafo yang digunakan. Pada tugas akhir ini menggunakan trafo CT maka menggunakan 1 dioda untuk penambahan penyearah setengah gelombang seperti terlihat pada Gambar 2.11 .



**Gambar 2.11** Rangkaian Sensor *Peak Detector*

## 2.8 Real Time Clock (RTC) [12]

*Real Time Clock* (RTC) merupakan suatu *chip* IC penghitung yang dapat difungsikan sebagai sumber data waktu baik berupa data jam, hari, bulan maupun tahun. Komponen DS1307 dilengkapi dengan komponen pendukung lainnya yaitu crystal sebagai sumber clock dan Battery external 3,6 Volt sebagai sumber energi cadangan agar fungsi penghitung tak terhenti. Bentuk komunikasi data dari IC RTC adalah

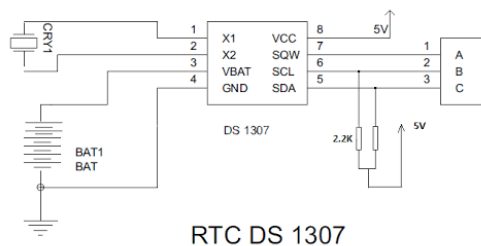
I2C. Komunikasi ini hanya menggunakan 2 jalur komunikasi yaitu SCL dan SDA. Komponen RTC DS1307 memiliki ketelitian dengan Error sebesar 1 menit per tahunnya. Modul RTC dapat dilihat pada Gambar 2.12 dan Skematik dari RTC dapat dilihat pada Gambar 2.13 .

Fungsi pin dari komponen RTC 1307 adalah sebagai berikut :

1. Pin VCC : berfungsi sebagai sumber enerfy listrik utama  
Tegangan kerja dari komponen ini adalah 5 volt, dan ini sesuai dengan tegangan kerja dari microcontroller Arduino
2. Pin GND : menghubungkan ground yang dimiliki oleh RTC dengan ground dari battery *back-up*
3. SCL : berfungsi sebagai saluran clock untuk kominukasi data antara arduino dengan RTC
4. SDA : berfungsi sebagai saluran data untuk komunikasi antara arduino dengan RTC
5. X1 dan X2 : berfungsi untuk saluran clock yang bersumber dari crystal external
6. Vbat : berfungsi sebagai saluran energy listrik dari battery external



**Gambar 2.12** Real Time Clock (RTC)



**Gambar 2.13** Skematik Dari RTC

## 2.9 LCD (*Liquid Crystal Display*) [12]

LCD (Liquid Crystal Display) bisa memunculkan Gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Fungsi pin yang terdapat pada LCD terlihat pada Gambar 2.14. Modul LCD memiliki karakteristik:

1. Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan
2. Terdapat 192 macam karakter
3. Terdapat 80 x 8 bit display RAM (maksimal 80 karakter)
4. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 bit maupun dengan 4 bit
5. Dibangun dengan osilator local
6. Satu sumber tegangan 5 Volt
7. Otomatis reset saat tegangan dihidupkan
8. Bekerja pada suhu 0°C sampai 55°C



**Gambar 2.14** LCD 16x2

## **BAB III**

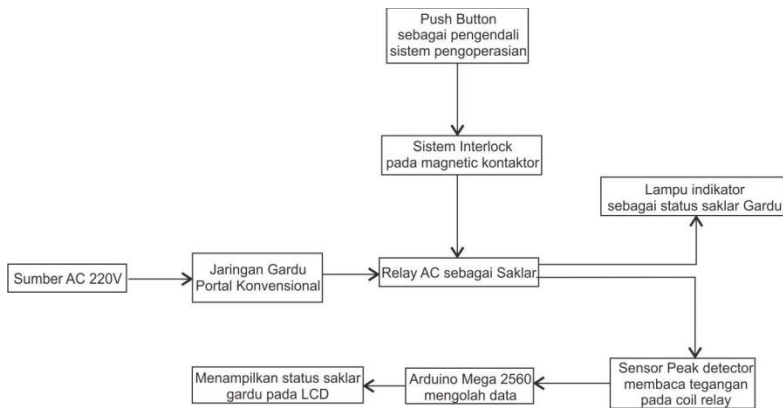
### **PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT**

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan dan pembuatan alat *Prototype* Gardu Portal Konvensional 20kV pada pelanggan Industri Tegangan Menengah menggunakan sistem *interlock* dengan *Magnetic* kontaktor dan sensor tegangan untuk memonitoring tegangan pada jaringan Gardu Portal. Perancangan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) yang meliputi perancangan sensor tegangan, sistem *interlock*, jaringan pada gardu portal.

#### **3.1 Perancangan Sistem Keseluruhan**

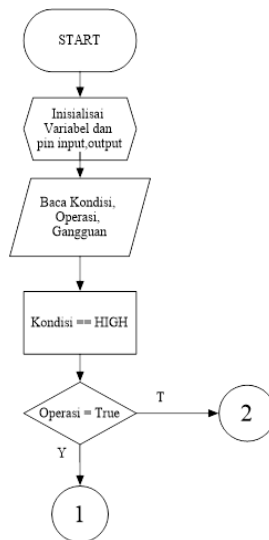
Pada alat *Prototype* Gardu Portal Konvensional 20kV ini digunakan sebuah *prototype* jaringan satu fasa dengan pemasangan sensor *peak detector* pada setiap sisi sel pada gardu portal konvensional. Pada tugas akhir ini pengoperasian pada sistem berupa aktivitas pengoperasian gardu Konvensional ketika adanya pemeliharaan. Saat ini pada pengoperasian gardu portal konvensional masih menggunakan stik 20kV untuk membuka dan menutup LBS (*Load Breaker Switch*). Namun pada pembuatan alat kamu yaitu *Prototype* Gardu Portal Konvensional 20kV, aktivitas pengoperasian gardu ini dilakukan dengan membuka dan menutup LBS (*Load Breaker Switch*) dan *Circuit Breaker* (CB) dengan tombol. Maka saat aktivitas pengoperasian ini operator pelaksanaan menghubungkan dan membebaskan tegangan yang ada pada gardu portal tersebut tanpa kontak langsung dengan peralatan. Aktivitas buka tutup LBS dan CB ini dilakukan dengan sistem *interlock* menggunakan *Magnetic* kontaktor. Sistem *interlock* ini membantu operator pelaksana agar pengoperasian sesuai dengan Standart operasi yang telah ditentukan oleh PLN.

Dengan adanya aktivitas buka tutup LBS, operator dapat mengetahui terhubung dan tidaknya tegangan yang ada pada jaringan di gardu portal konvensional, dengan cara memonitoring setiap sensor *peak detector* yang ada di setiap sel gardu konvensional. Tegangan yang dibaca oleh sensor tegangan nantinya akan diolah pada *mikrokontroller* dan di tampilkan pada LCD mengenai kondisi tegangan yang ada pada gardu konvensional.

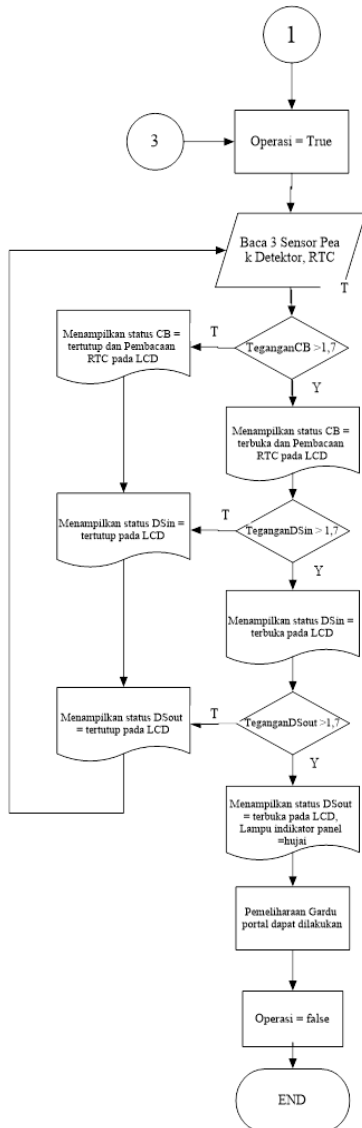


**Gambar 3.1** Diagram Fungsional Sistem

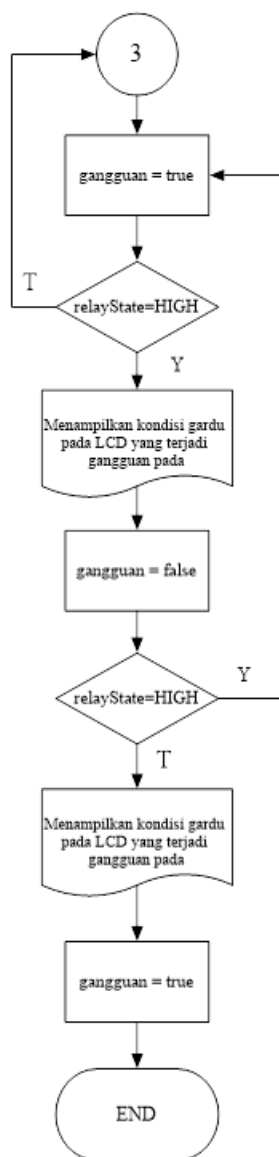
Sesuai dengan diagram fungsional pada Gambar 3.1, terdapat alur sistem yang akan dijalankan pada *prototype* sistem pengoperasian gardu portal konvensional ini. Secara keseluruhan sistem pengoperasian gardu portal konvensional dapat dilihat pada flowchart Gambar 3.2a, 3.2b, 3.2c, 3.2d.



**Gambar 3.2a** Flowchart Sistem Pengoperasian Gardu Portal

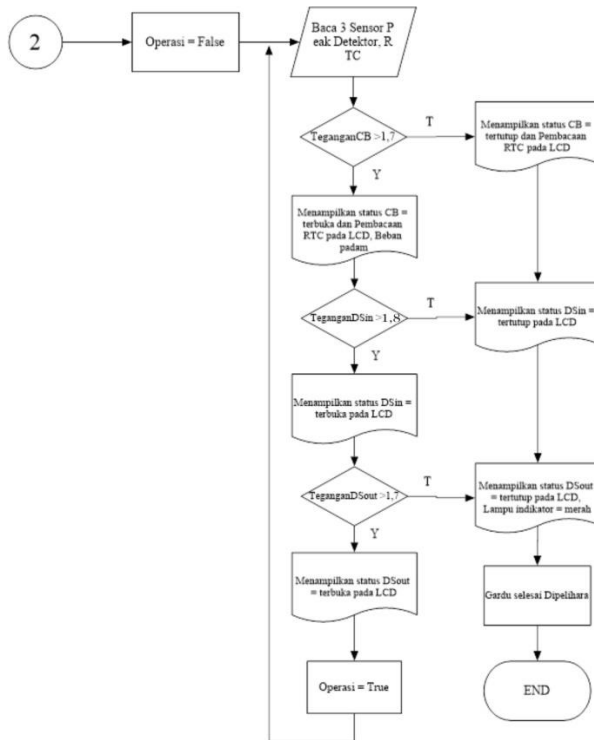


**Gambar 3.2b** Flowchart Sistem Pengoperasian Gardu Portal



**Gambar 3.2c** Flowchart Sistem Pengoperasian Gardu Portal





**Gambar 3.2d** Flowchart Sistem Pengoperasian Gardu Portal

Dalam perancangan *hardware* ini membutuhkan satu kesatuan yang terintegrasi agar sistem yang dijalankan dapat berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Dalam menjalankan sistem pengoperasian gardu portal adanya flowchart untuk melakukan satu kesatuan sistem ini. Keterkaitan antara *prototype* gardu dan panel box ini dihubungkan dengan sensor yang dibaca untuk dikirimkan ke mikrokontroler. Diagram flowchart dapat dilihat pada Gambar 3.2a , 3.2b, 3.2c, 3.2d

Flowchart pada Gambar 3.2a, menjelaskan bahwa pada awal kerja sistem pengoperasian yang telah dihubungkan dengan arduino sebagai berikut, adanya inisialisasi terlebih dahulu pada variabel dan seluruh pin input dan output pada arduino mega. Membaca kondisi operasi gardu, dimana kondisi awal yaitu HIGH. Kondisi HIGH ini menjelaskan bahwa gardu dalam keadaan bertegangan. Dan bila akan

dilakukannya operasi maka operasi = TRUE yaitu menunjukkan bahwa saklar pada setiap section masih tertutup. Bilamana operasi = FALSE maka kondisi saklar dalam keadaan terbuka. Dibutuhkan kondisi operasi = TRUE bilamana gardu akan dipelihara, sebaliknya kondisi saat gardu selesai dipelihara menunjukkan operasi = FALSE .

Pada flowchart Gambar 3.2b menjelaskan, kondisi awal gardu saat memulai sistem yaitu dalam kondisi bertegangan sehingga operasi = TRUE. Saat sebelum memulai operasi, RTC dan sensor *peak detector* membaca data. Ketika push button 1 ditekan, maka coil relai 3 akan dialiri arus dan sensor *peak detector* membaca tegangan coil relay. Bila pada arduino terbaca tegangan >1.7 VDC, hal ini membuat kondisi kontak relay NC menjadi NO pada relay CB. Terbacanya tegangan oleh sensor *peak detector* dikirim kepada arduino mega dan diolah data, sehingga kondisi gardu dapat terbaca yaitu menampilkan industri padam. Ketika push button 2 ditekan, maka coil relai 1 akan dialiri arus dan sensor *peak detector* membaca tegangan coil relay. Bila pada arduino terbaca tegangan >1.8 VDC, hal ini membuat kondisi kontak relay NC menjadi NO pada relay LBS *incoming*. Terbacanya tegangan oleh sensor *peak detector* dikirim kepada arduino mega dan diolah data, sehingga kondisi gardu dapat terbaca yaitu menampilkan gardu padam. Ketika push button 3 ditekan, maka coil relai 2 akan dialiri arus dan sensor *peak detector* membaca tegangan coil relay. Bila pada arduino terbaca tegangan >1.7 VDC, hal ini membuat kondisi kontak relay NC menjadi NO pada relay CB. Terbacanya tegangan oleh sensor *peak detector* dikirim kepada arduino mega dan diolah data, sehingga kondisi gardu dapat terbaca yaitu menampilkan kondisi bahwa gardu siap dipelihara. Setelah itu operasi menjadi FALSE menunjukkan bahwa operasi pembukaan saklar telah dilakukan dan gardu siap untuk dipelihara.

Pada flowchart 3.2c menjelaskan, setelah pemeliharaan selesai, maka kondisi operasi = FALSE, yaitu saklar dalam keadaan terbuka. Selanjutnya dilakukan kembali pengoperasian yaitu menutup kembali saklar pada masing-masing section dan menormalkan kembali gardu portal konvensional. Ketika push button 4 ditekan, maka coil relai 2 akan dialiri arus dan sensor *peak detector* membaca tegangan coil relay. Bila pada arduino terbaca tegangan <1.7 VDC, hal ini membuat kondisi kontak relay NO menjadi NC pada relay LBS *outgoing*. Tidak terbacanya tegangan oleh sensor *peak detector* dikirim kepada arduino mega dan diolah data, sehingga kondisi gardu dapat terbaca yaitu menampilkan Tertutupnya LBS *outgoing*. Ketika push button 5 ditekan,

maka coil relai 1 akan dialiri arus dan sensor *peak detector* membaca tegangan coil relay. Bila pada arduino terbaca tegangan  $<1.7$  VDC, hal ini membuat kondisi kontak relay NO menjadi NC pada relay LBS *incoming*. Tidak terbacanya tegangan oleh sensor *peak detector* dikirim kepada arduino mega dan diolah data, sehingga kondisi gardu dapat terbaca yaitu menampilkan bahwa gardu kembali bertegangan. Ketika push button 6 ditekan, maka coil relai 3 akan dialiri arus dan sensor *peak detector* membaca tegangan coil relay. Bila pada arduino terbaca tegangan  $<1.7$  VDC, hal ini membuat kondisi kontak relay NO menjadi NC pada relay CB. Tidak terbacanya tegangan oleh sensor *peak detector* dikirim kepada arduino mega dan diolah data, sehingga kondisi gardu dapat terbaca yaitu menampilkan bahwa kondisi gardu kembali beroperasi dengan normal dan kondisi operasi=TRUE

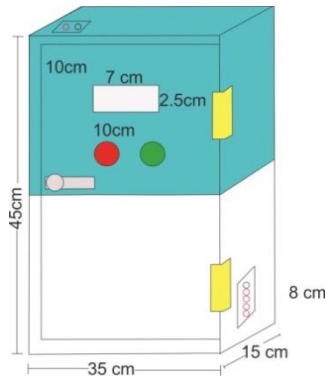
Pada flowchart 3.2d menjelaskan untuk simulasi pada saat gangguan yaitu bilamana operasi=TRUE dan gangguan=TRUE. Kondisi gangguan=TRUE menngindikasikan bahwa ada terjadi gangguan, dan bila kondisi relaystate=HIGH maka akan menampilkan kondisi gardu bahwa terjadi gangguan kerja sistem didalamnya, bila tidak akan membaca ulang kondisi relaystate. Dan kondisi gangguan=FALSE ketika gardu telah diperbaiki. Dan bilamana kondisi tersebut membuat relaystate=LOW. Menunjukkan bahwa ganggaun telah dinetralisir dan beban kembali menyala serta kondisi gardu kembali normal.

### **3.2 Perancangan Mekanik**

Pada perancangan mekanik tugas akhir ini terbagi menjadi tiga yaitu perancangan Panel Box, perancangan *prototype* simulasi gardu portal Konvensional dan perancangan simulasi gangguan pada beban.

#### **3.2.1 Perancangan Panel Box**

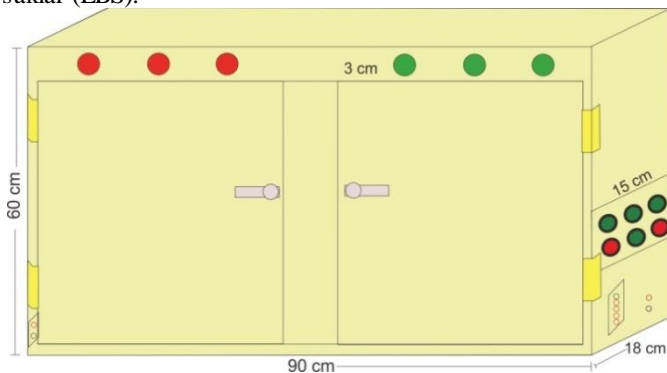
Pada perancangan Panel Box dibuat dari kotak berbahan kayu yang memliki ukuran 35 cm x 15 cm x 45 cm. Pada kotak panel terdapat 2 buah lampu indikator dan layar lcd (16 x 2) seperti pada Gambar 3.3. Kedua buah lampu indikator digunakan untuk menandakan kondisi gardu bertegangan ataupun tidak. Bilamana lampu indikator menunjukkan warna merah, gardu masih bertegangan dan pemeliharaan belum dapat dilaksanakan. Sebaliknya bila hijau menyala maka gardu sudah bebas bertegangan dan pemeliharaan siap dilakukan dengan petugas dapat membuka pintu gardu. Sedangkan LCD akan menampilkan kondisi dari gardu tersebut.



**Gambar 3.3** Perancangan Panel Box

### 3.2.2 Perancangan *Prototype* Gardu Portal Konvensional

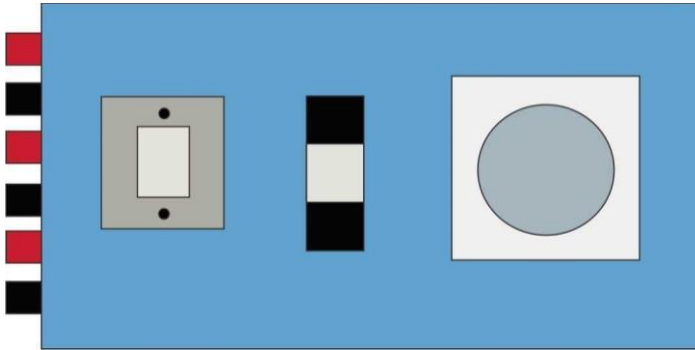
Pada perancangan *prototype* gardu portal konvensional dibuat dari kotak kayu yang memiliki dimensi 90 cm x 18 cm x 60 cm. Terdapat 6 buah lampu indikator yaitu 3 lampu hijau dan 3 lampu merah. Gambar perancangan prototypr gardu portal konvensional seperti pada Gambar 3.4. Lampu hijau menandakan maka LBS masih *online*(terhubung pada jaringan) dan lampu merah menandakan maka LBS sudah *offline*(terbuka dari jaringan). Lalu juga terdiri dari 6 buah push button untuk pengoperasian. 2 push button masing-masing digunakan untuk membuka dan menutup saklar yang terdapat pada tiga titik saklar (LBS).



**Gambar 3.4** Perancangan *Prototype* Gardu Potal Kovenisional

### 3.2.3 Perancangan Simulasi Gangguan Beban

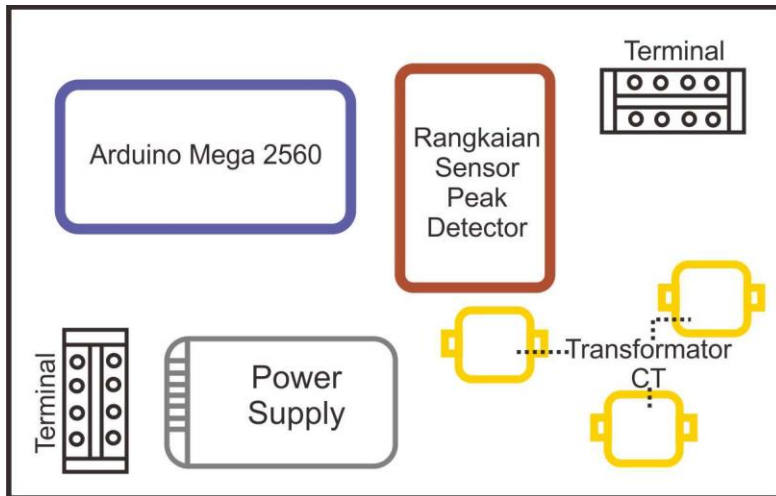
Pada perancangan simulasi gangguan beban dibuat dari kotak berbahan kayu yang memiliki ukuran 15 cm x 30 cm. Pada Simulasi gangguan beban panel terdapat 1 buah lampu, 1 buah saklar dan 1 buah relay AC 220V. fungsi pada lampu yaitu sebagai beban untuk gardu portal konvensional. Sedangkan saklar sebagai pengaktifan simulasi beban yang memicu koil magnet pada relay AC. Perancangan simulasi gangguan beban dapat dilihat pada Gambar 3.5.



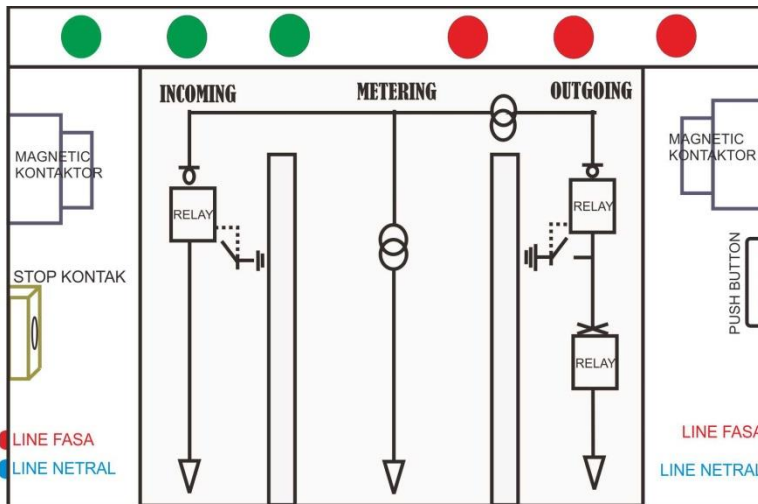
**Gambar 3.5** Perancangan Simulasi Gangguan Beban

### 3.3 Perancangan Hardware

Pada perancangan *hardware* pada tugas akhir ini yang dibahas terdiri dari perancangan jaringan pada *prototype* gardu portal konvensional, rangkaian sistem *interlock* dengan *Magnetic* kontaktor, perancangan rangkaian sensor tegangan, Perencanaan *Power Supply*, perancangan rangkaian Arduino Mega, rangkaian LCD. Hasil realisasi dari perancangan hardware ini dapat dilihat pada Gambar 3.6 yaitu perancangan *hardware* panel box dan pada Gambar 3.7 yaitu perancangan *hardware prototype* gardu portal konvensional.



**Gambar 3.6** Perancangan *Hardware Panel Box*

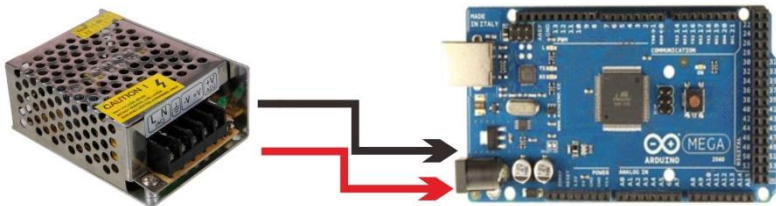


**Gambar 3.7** Perancangan *Hardware Prototype Gardu Portal*

### 3.3.1 Perancangan *Power Supply*

Rangkaian *Power Supply* berfungsi sebagai catu daya Arduino Mega. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini digunakanlah *Power Supply* 12 Volt sebagai sumber tegangan dengan tegangan sebesar +12Volt. Rangkaian *Power Supply* dengan Arduino Mega untuk tugas akhir ini seperti yang terlihat pada Gambar 3.8

Penggunaan *Power Supply* 12 Volt pada tugas akhir ini yaitu bertujuan agar mikrokontroler dan SIM 900 tetap mendapatkan sumber tegangan walaupun tegangan yang ada pada gardu telah bebas bertegangan.



**Gambar 3.8** Perancangan *Power Supply*

### 3.3.2 Perancangan Sistem Interlock *Magnetic Kontaktor*

*Magnetic* kontaktor adalah sakelar listrik yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik. Kontaktor yang digunakan sebanyak 4 yaitu CHINT Kontaktor NC1-0901. Kontaktor ini dapat dialiri arus sebesar 20A dengan tegangan 220V. mempunyai tiga kontaktor bantu berupa *Normally Open* (NO) dan satu kontaktor bantu *Normally Close* (NC). Serta dilengkapi dengan koil magnet. Fungsi dari pin kontak dapat dilihat pada Tabel 3.1

Salah satu fungsi kontaktor yaitu sebagai alat proteksi. Dimana kontaktor ini dibuat sistem proteksi *interlock* yaitu saling mengunci. Kontaktor hanya dapat dioperasikan dengan kondisi tertentu atau dapat dioperasikan setelah kondisi yang ditentukan telah dioperasikan. Dengan tegangan supply 220 V dapat menggerakkan koil pada kontaktor dimana kontaktor ini megerakkan relay AC. Rangkaian sistem *interlock* dapat dilihat pada Gambar 3.9. pengoperasian *Magnetic* kontaktor ini dibantu dengan 4 push button start atau biasa disebut dengan push button NO(*normally open*) dan 2 push button stop atau biasa disebut dengan push button NC (*normally close*). Untuk mempermudah perancangan *Magnetic* kontaktor dalam membuat sistem *interlock*, dapat dilihat pada

**Gambar 3.9** Rangkaian Kontaktor Dengan Sistem *Interlock*

**phasa**

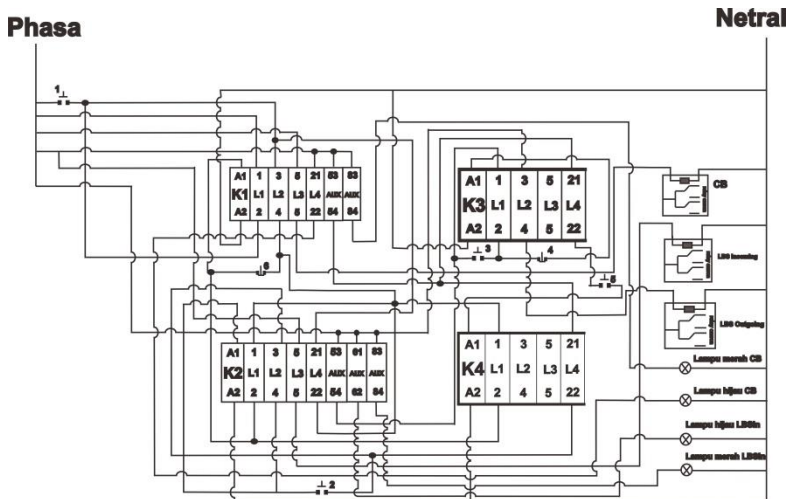
**netral**

K1  
K2  
K3  
K4  
K4  
K4  
K4  
K1  
K2  
K3  
K4  
K1  
K2  
K1  
K2

1  
2  
3  
4  
5  
6

Lampu merah CB  
Lampu merah LBSin  
Lampu hijau CB  
Lampu hijau LBSin





**Gambar 3.10** Wiring Kontaktor

**Tabel 3.1** Pin Kontak Dari *Magnetic* Kontaktor

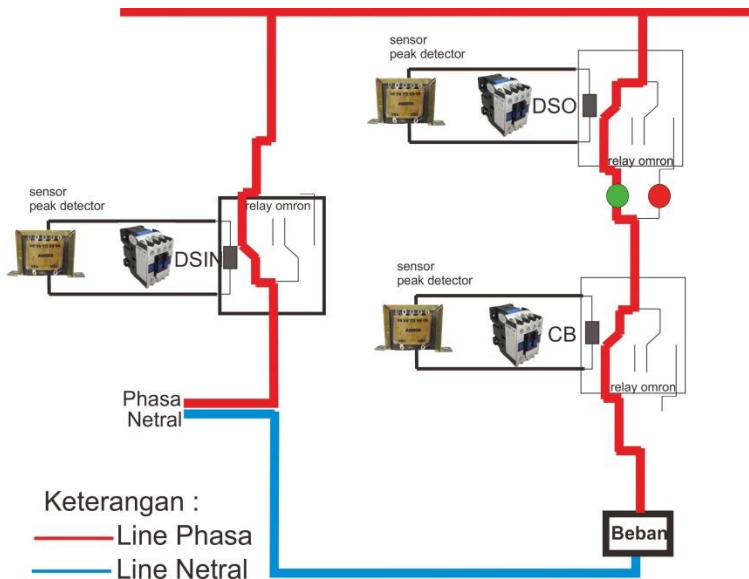
Pin Kontak	Fungsi
L1 (1-2)	Kontak utama NO
L2 (3-4)	Kontak utama NO
L3 (5-6)	Kontak utama NO
NC (21-22)	Kontak bantu NC
A1-A2	Kontak koil magnet

### 3.3.3 Jaringan Gardu Portal Konvensional

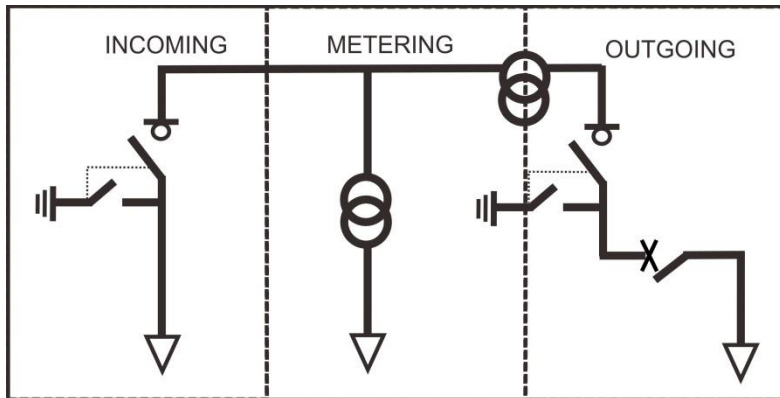
Jaringan pada gardu Portal Konvensional memiliki 3 sel penting yaitu sel *incoming*, *metering*, *Outgoing*. Pada umumnya *Single Line Diagram* Gardu 20 kV seperti pada Gambar 3.12. *Single Line Diagram* hanya terdapat pada jenis *Closed type*. Dikarenakan pada gardu jenis *Open type* tidak terdapat sistem grounding maka dari itu *Single Line Diagram* juga dapat digunakan di gardu portal konvensional yang berjenis *Open type*.

Untuk perancangan gardu portal Konvensional terlihat pada Gambar 3.11 yaitu dengan menggunakan 3 relay AC sebagai saklar atau pada gardu portal disebut dengan LBS (*load breaker switch*) dan juga

CB (*circuit breaker*). ketiga relay tersebut mendapatkan supplay dari *Magnetic* kontaktor. Aliran arus dari supplay line phasa berwarna merah pada Gambar 3.10 Mulanya melalui kontak NC pada relai Untuk indikator lampu dihubungkan pada salah satu pin relay. Dan untuk jaringan pada gardu portal dihubungkan pada kaki pin 1 sebagai input yang masuk pada dan pin 5 sebagai ouput yang keluar dari relay. Ketika kontaktor aktif maka kontaktor akan menyalurkan arus, sehingga coil pada relay mendapat tegangan dan menggerakkan saklar yang awalnya *normally open* menjadi *normally close* ataupun sebaliknya Sehingga ketika relay mendapat dialiri oleh arus pada coilnya, maka relay bekerja dan jaringan gardu menjadi terbuka (*open*). Hal ini pada dasarnya akan bekerja layaknya LBS dan CB ketika membuka dan menutup jaringan pada gardu portal konvensional. Untuk kaki-kaki pada pin relay AC dapat dilihat pada Tabel 3.2.



**Gambar 3.11** Perancangan Jaringan Gardu Portal Konvensional



**Gambar 3.12** *Single Line Diagram* Gardu Portal Konvensional

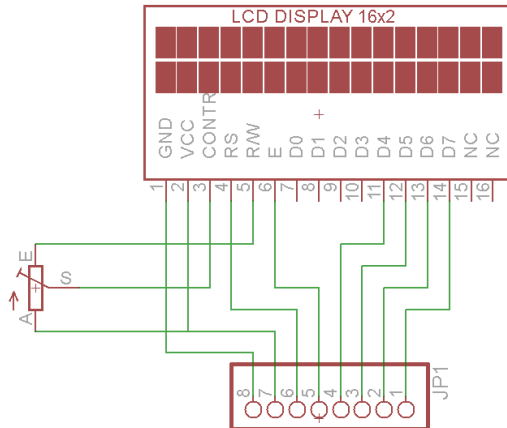
**Tabel 3.2** Pin Relay AC Omron

PIN	Fungsi
1	Input
2	Koil magnet
3	Kontak NO
4	Kontak NC
5	Kontak NC
6	Kontak NO
7	Koil magnet
8	Input

### 3.3.4 Perancangan LCD (*Liquid-Crystal Display*)

LCD berfungsi menampilkan karakter yang telah diproses oleh *mikrokontroller*, bertujuan mennginformasikan data yang berlangsung atau telah diproses dalam bentuk karakter. LCD yang digunakan pada perancangan alat ini menggunakan LCD 16x2. 16x2 mewakili 16 kolom dan 2 baris, berarti LCD ini dapat menampilkan karakter pada sepanjang 32 buah dengan masing-masing kolom maksimal berisi 16 buah karakter. LCD ini membutuhkan *Power Supply* sebesar 5 Volt DC dan pin yang digunakan pada LCD pada alat ini yaitu pin CONTR, RS, RW, E, D4, D5, D6, D7. Pada pin LCD yang diguakan di hubungkan dengan pin yang ada di Arduino yaitu pin CONTR dihubungkan dengan

potensio 10k Ohm untuk mengatur kecerahan pada karakter yang di tampilkan LCD pin RS, E, D4, D5, D6 dan D7 di hubungkan pada pin 7, 6, 5, 4, 3 dan 2 secara berurutan dan pin RW di hubungkan dengan ground. Data yang akan di tampilkan pada LCD yaitu kondisi gardu konvensional bertegangan atau tidak dan menampilkan tanggal, bulan dan waktu. Rangkaian LCD ini dapat dilihat pada Gambar 3.13 berikut.

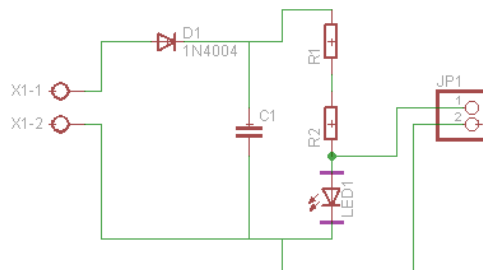


**Gambar 3.13** Rangkaian LCD

### 3.3.5 Perancangan Sensor *Peak detector*

Sensor *peak detector* merupakan alat yang digunakan untuk membaca ada tidaknya nilai tegangan yang melalui suatu peralatan listrik. Pada perancangan alat ini sensor peak detektor menggunakan trafo *stepdown* untuk menurunkan nilai tegangan 220 menjadi tegangan AC 6 V. Trafo yang digunakan yaitu trafo CT 350mA. Rangkaian pengkondisi sinyal yang digunakan pada sensor tegangan alat ini yaitu rangkaian penyearah *peak detector* yang di tunjukkan pada Gambar 3.14. Sinyal dari keluaran trafo masih berupa sinyal AC 6 Volt, agar Arduino dapat membaca tegangan dari sensor maka sinyal di kondisikan menjadi sinyal DC 0-5 Volt. Komponen rangkaian penyearah setengah gelombang dengan menggunakan 1 dioda 1N4002 yang berfungsi sebagai pengubah tegangan AC menjadi tegangan DC dan penambahan kapasitor 470nF digunakan penyetabil tegangan keluaran sensor dengan mengurangi *ripple* tegangan dan juga pemilihan nilai kapasitor 470nF digunakan agar respon yang cepat ketika tegangan masukan trafo turun sehingga dapat membaca nilai *drop* tegangan sesaat yang menyebabkan

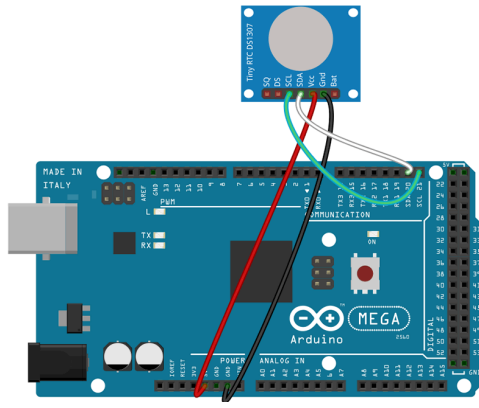
tegangan masukan trafo menjadi nol. 2 Resistor 470 Ohm yang dirangkai seri di gunakan untuk kalibrasi sensor tegangan dengan prinsip pembagi tegangan agar tegangan maksimum dari masukan ketika tegangan AC 6 V dapat menghasilkan keluaran sensor *peak detector* yaitu berkisan antara 0-5Volt yang sesuai dengan range untuk arduino. Serta LED yang berfungsi sebagai indikator ada tidaknya tegangan yang masuk pada sinyal pengkondisian.



**Gambar 3.14** Rangkaian Sensor Peak Detektor

### 3.3.6 Perancangan *Real Time Clock* (RTC)

Rangkaian modul RTC dihubungkan pada arduino mega. Pada pin VCC pada RTC dihubungkan pada pin 5V arduino mega, pin GND di hubungkan dengan pin *Ground* arduino mega. Sedangkan pada pin SDA dan SCL pada pin modul RTC dihubungkan pada pin 20 dan pin 21. Tipe RTC yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah RTC DS1307. Pada RTC DS1307 ini menyediakan pewaktu dalam detik, menit, Jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Modul rangkaian RTC dapat dilihat Pada Gambar 3.15.



**Gambar 3.15** Modul Rangkaian RTC Dengan Arduino Mega

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN ANALISA DATA**

Pada bab ini akan membahas mengenai hasil pengujian dan analisa atas penyusunan alat untuk “*Prototype Sistem Pengoperasian Gardu Portal Konvensional 20kV dalam kondisi pemeliharaan*”. Data pengujian sangat diperlukan untuk implementasi dalam dunia nyata. Kinerja suatu sistem sangat dipengaruhi oleh kinerja per bagian dari sistem tersebut seperti

Pengujian merupakan salah satu langkah yang harus dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan yang direncanakan. Pengujian juga bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari sistem yang telah dibuat. Hasil pengujian ini akan dianalisa untuk mengetahui penyebab terjadinya kekurangan atau kesalahan dalam sistem. Pengujian tersebut meliputi :

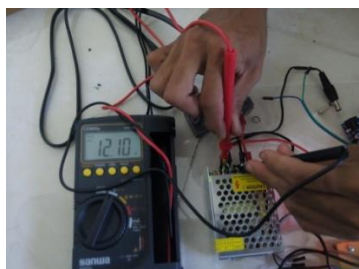
1. Pengujian *Power Supply*
2. Pengujian *Magnetic* Kontaktor
3. Pengujian Relay AC
4. Pengujian Arduino Mega 2560
5. Pengujian *Real Time Clock (RTC)*
6. Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*)
7. Pengujian Sensor *peak detector*
8. Pengujian Keseluruhan

#### **4.1 Pengujian *Power Supply***

Pengujian *Power Supply* terdiri dari pengujian tegangan *input Power Supply* dan pengujian tegangan *output Power Supply*. Nameplate yang tertera pada *Power Supply* yaitu mempunyai tegangan sebesar 12 VDC dengan arus 2 Ampere. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya tegangan *input* pada rangkaian *Power Supply*. Pengujian ini dilakukan pada *Power Supply* yang akan di hubungkan pada *board Arduino* guna pengujian arus yang memberikan *supply* pada Arduino, seperti yang terlihat pada Gambar 4.1. Pengujian ini menggunakan *multimeter* “SANWA” yang bertujuan untuk menguji apakah tegangan sumber yang akan digunakan sudah sesuai dengan keperluan. Untuk hasil pengujian tegangan *Power Supply* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.1** Hasil Pengujian Arus *Power Supply* Dengan Arduino



**Gambar 4.2** Hasil Pengujian Tegangan *Power Supply* Dengan Arduino

**Tabel 4.1** Pengujian Arus Dan Tegangan Pada *Power Supply*

Vout	Iout
12.09 Volt	0.9 A

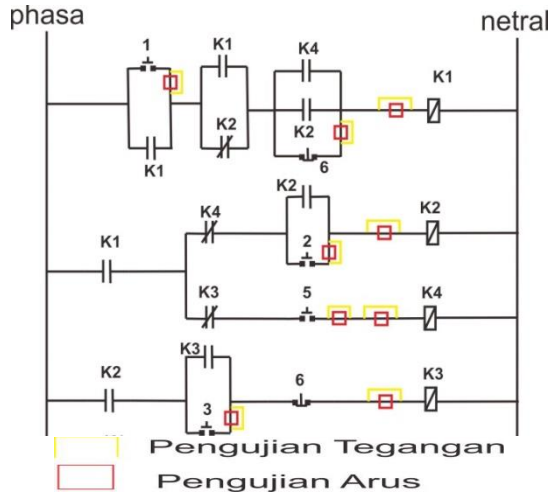
Dari data pada Tabel 4.1 bahwa tegangan keluaran *Power Supply* 12.09 Volt. Nilai tegangan pada DC female mikrokontroler atmega 2560 mempunyai *range* kerja yaitu 9-12 Volt. Sehingga tegangan *powersupply* masih dapat digunakan untuk memberikan *supply* ke rangkaian Arduino.

#### 4.2 Pengujian *Magnetic Kontaktor*

Pengujian *Magnetic* kontaktor terdiri dari pengujian tegangan dan arus pada *Magnetic* kontaktor. Pengujian arus dan tegangan ini diukur berdasarkan tegangan dan arus pada input pada masing-masing coil magnet kontaktor dan output pada switch push button. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya arus dan tegangan pada setiap kondisi switch push button. Untuk skema proses pengujian tegangan dan



arus pada *Magnetic* kontaktor dapat dilihat pada Gambar 4.3. Pada skema tersebut disimbolkan dengan lambang yaitu garis kuning merupakan pengukuran tegangan menggunakan multimeter bermerk “SANWA”, sedangkan untuk pengukuran arus dilambangkan kotak berwarna merah. Salah satu hasil pengujian tegangan dan arus dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.



**Gambar 4.3** Skema Pengujian Keseluruhan Tegangan Dan Arus *Magnetic* Kontaktor



**Gambar 4.4** Salah Satu Hasil Pengujian Tegangan Pada Coil Magnet Kontaktor



**Gambar 4.5** Salah Satu Hasil Pengujian Arus Pada Coil Magnet Kontaktor

Dengan melakukan pengujian arus dan tegangan di masing-masing titik yang ditentukan sesuai skema diatas dan setiap kondisi switch push button didapatkan hasil pengukuran seperti pada Tabel 4.2, 4.3, 4.4, 4.5.

**Tabel 4.2** Kondisi Push Button Belum Ditekan

Kondisi Push button : belum ditekan					
Switch button	switch push button		Kontaktor	coil magnet	
	tegangan	arus		tegangan	arus
PB 1	0 V	0A	Kontaktor 1	0 V	0A
PB 2	0 V	0A	Kontaktor 2	0 V	0A
PB 3	0 V	0A	Kontaktor 3	0 V	0A
PB 4	0 V	0A	Kontaktor 4	0 V	0A
PB 5	0 V	0A			
PB 6	0 V	0A			

**Tabel 4.3** Kondisi Push Button 1 Ditekan

Kondisi Push button : Push Button 1 ditekan					
Switch button	switch push button		Kontaktor	coil magnet	
	tegangan	arus		tegangan	arus
PB 1	0 V	0.01 A (seketika)	Kontaktor 1	228.6 V	0.7 A
PB 2	0 V	0A	Kontaktor 2	0.06 V	0.18 A
PB 3	0 V	0A	Kontaktor 3	0.026 V	0.02 A
PB 4	0 V	0A	Kontaktor 4	0.023 V	0A
PB 5	0 V	0A			
PB 6	0 V	0.02 A			

**Tabel 4.4** Kondisi Push Button 2 Ditekan

Kondisi Push button : Push Button 2 ditekan					
Switch button	switch push button		Kontaktor	coil magnet	
	tegangan	arus		tegangan	arus
PB 1	0 V	0A	Kontaktor 1	225.4 V	0.64 A
PB 2	0 V	0.01 A (seketika)	Kontaktor 2	225.1 V	0.18 A
PB 3	0 V	0A	Kontaktor 3	0.029 V	0.02 A
PB 4	0 V	0A	Kontaktor 4	0.026 V	0A
PB 5	0 V	0A			
PB 6	0 V	0A			

**Tabel 4.5** Kondisi Push Button 3 Ditekan

Kondisi Push button : Push Button 3 ditekan					
Switch button	switch push button		Kontaktor	coil magnet	
	tegangan	arus		tegangan	arus
PB 1	0 V	0A	Kontaktor 1	225.1 V	0.73 A
PB 2	0 V	0A	Kontaktor 2	225.2 V	0.18 A
PB 3	0 V	0.04 A (seketika)	Kontaktor 3	225.4 V	0.76 A
PB 4	0 V	0.05 A	Kontaktor 4	0.032 V	0.3 A
PB 5	0 V	0A			
PB 6	0 V	0.04 A			

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.1-4.4, pada pengujian masing-masing kontaktor terhadap perlakuan push button, yaitu sistem interlock pada kontaktor telah berjalan dengan coil magnet pada *magnetic* terdapat tegangan untuk menggerakkan masing-masing kontak pada kontaktor. Rata-rata tegangan kerja dari coil magnet yaitu untuk menggerakkan kontak utama yaitu :

$$V_{avg} = (V_1 + V_2 + V_3) / 3 = (225,1 + 225,2 + 225,4) / 3 = 225,23 \text{ V}$$

Didapatkan tegangan kerja rata-rata coil magnet *magnetic* kontaktor dalam menggerakkan kontak utama dan bantu yaitu 225.23 V. untuk besar nilai arus tidak diperhatikan dikarenakan besar kecilnya arus bergantung dengan banyaknya pembagian beban pada masing-masing kontak.

### 4.3 Pengujian Relay AC

Pengujian relay AC Omron terdiri atas pengujian tegangan dan arus pada masing-masing relay. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya arus dan tegangan yang dilalui oleh coil relay omron. Untuk salah satu hasil pengujian tegangan dan arus pada relay dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.



**Gambar 4.6** Salah Satu Hasil Pengujian Tegangan dan Arus Pada Relay AC Omron



**Gambar 4.7** Salah Satu Hasil Pengujian Arus Relay AC Omron

Pengujian tegangan dan arus pada relay omron ini dilakukan pada setiap kondisi switch push button. Dan hasil dari pengujian tersebut yaitu pada Tabel 4.6, 4.7, 4.8, 4.9

**Tabel 4.6** Kondisi Push Button Belum Ditekan

Kondisi Push button : tombol belum ditekan					
Relay 1		Relay 2		Relay 3	
tegangan	arus	tegangan	arus	tegangan	arus
0.031 V	0,00 A	0,06 V	0,00 A	0.078 V	0,00 A

**Tabel 4.7** Kondisi Push Button 1 Ditekan

Kondisi Push button : PB 1 ditekan					
Relay 1		Relay 2		Relay 3	
tegangan	arus	tegangan	arus	tegangan	arus
0,051 V	0,00 A	0,106 V	0,00 A	228.4 V	0,34 A

**Tabel 4.8** Kondisi Push Button 2 Ditekan

Kondisi Push button : PB 2 ditekan					
Relay 1		Relay 2		Relay 3	
tegangan	arus	tegangan	arus	tegangan	arus
225,1 V	0.19 A	0,211 V	0,00 A	225,4 V	0,45 A

**Tabel 4.9** Kondisi Push Button 3 Ditekan

Kondisi Push button : PB 3 ditekan					
Relay 1		Relay 2		Relay 3	
tegangan	arus	tegangan	arus	tegangan	arus
226,1 V	1,25 A	225,3 V	0,13 A	225,4 V	0,44 A

Berdasarkan hasil pengujian pada relay pada Tabel 4.5-4.8, dengan perlakuan push button. Pada masing-masing relay dialiri oleh arus listrik dan terdapat tegangan menandakan bahwa relay bekerja dengan mengontak NO menjadi NC maupun sebaliknya. Tegangan kerja rata-rata dari coil magnet relay Ac yaitu :

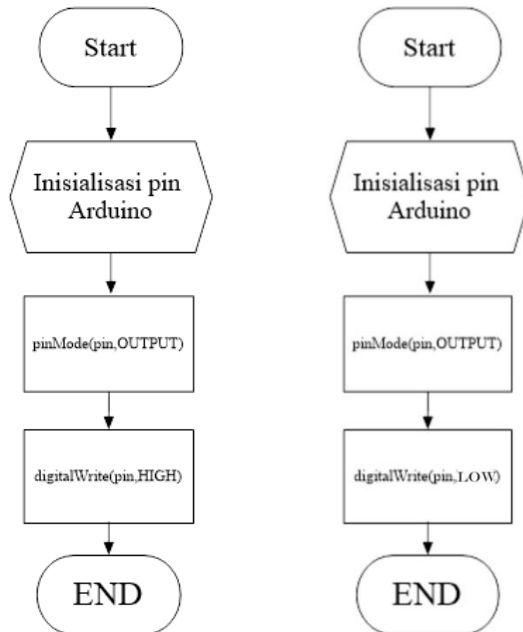
$$V_{avg} = (V_1 + V_2 + V_3) / 3 = (226,1 + 225,3 + 225,4) / 3 \\ = 225,6 \text{ V}$$

Nilai tegangan rata-rata kerja dalam pengujian relay yaitu 225.6 V dan masih dalam nilai operational kerja relay AC 220V. untuk besar nilai arus berbeda-beda dikarenakan hasil dari pembagian arus yang melalui masing-masing kontak pada magnetic kontaktor hingga melalui coil relay untuk mennggerakkan kontak pada relay

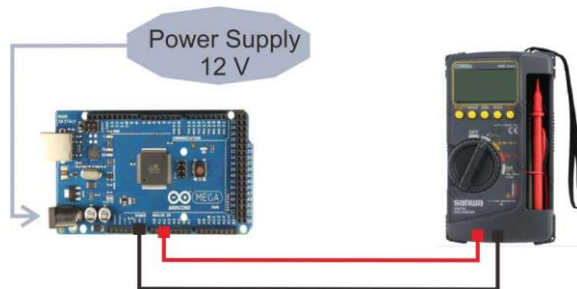
#### 4.4 Pengujian Arduino Mega 2560

Pengujian ini dilakukan terhadap *board* Arduino Mega 2560. Pengujian dilakukan pada pin yang digunakan pada sistem alat ini yaitu pin A0 s/d A7, D0 s/d D21 milik Arduino Mega 2560 dengan cara mengatur keluarannya pada logika 1 dan 0 dengan mengunggah program ke *board* Arduino. Flowchart program arduino dapat dilihat pada Gambar 4.8 yaitu flowchart program dengan logika 1 dan logika 0. Program berlogika 1 yaitu dengan memberikan tegangan pada pin

Arduino berlogika 1 atau sebesar 5 Volt sedangkan pada program berlogika 0 memberikan tegangan keluaran pada pin Arduino berlogika 0 atau 0 Volt. Kemudian memeriksa besar keluaran tegangan pada setiap pin dan pada pengujian ini Arduino di *supply* dengan *Power Supply* bertegangan 12 Volt. Skema pengujian pin arduino dapat dilihat pada Gambar 4.9.



**Gambar 4.8** Flowchart Pengujian Pin Arduino Logika 1 Dan Logika 0



**Gambar 4.9** Skema Perancangan Pengujian Pin Arduino

Dari hasil pengujian dengan menggunakan flowchart pada Gambar 4.8 didapatkan data sebagai berikut, yang dapat dilihat pada Tabel 4.10 . dan salah satu hasil pengujian tegangan arduino mega dapat dilihat pada Gambar 4.10

**Tabel 4.10** Pengujian Tegangan Arduino Mega Dengan Logika 1 Dan 0

Pin	Tegangan (logika 1 )	Tegangan (logika 0)
A0	4.96 V	0.7 mV
A1	4.96 V	0.7 mV
A2	4.96 V	0.7 mV
A3	4.96 V	0.5 mV
A4	4.96 V	0.7 mV
A5	4.96 V	0.21 mV
A6	4.96 V	0.52 mV
A7	4.96 V	0.21 mV
D0	4.96 V	0.46 mV
D1	4.96 V	0.3 mV
D2	4.96 V	0.3 mV
D3	4.96 V	0.23 mV
D4	4.96 V	0.45 mV
D5	4.96 V	0.23 mV
D6	4.96 V	0.23 mV
D7	4.96 V	0.21 mV
D8	4.96 V	0.4 mV
D9	4.96 V	0.3 mV
D10	4.96 V	0.52 mV
D11	4.96 V	0.4 mv
D12	4.96 V	0.3 mV



Pin	Tegangan (logika 1 )	Tegangan (logika 0)
D13	4.96 V	0.4 mV
D14	4.96 V	0.2 mV
D15	4.96 V	0.33 mV
D16	4.96 V	0.3 mV
D17	4.96 V	0.3 mV
D18	4.96 V	0.3 mV
D19	4.96 V	0.2 mV
D20	4.96 V	0.2 mV
D21	4.96 V	0.9 mV

Dari data pengujian pin Arduino Mega pada Tabel 4.10 menunjukkan bahwa tegangan keluaran pada setiap pin Arduino mendekati nilai nominal keluaran arduino yaitu 5 Volt, ketika Arduino diberi logika 1. Pada keadaan Arduino diberi logika 0 keluaran pada tiap-tiap pin sama yaitu mengeluarkan tegangan bernilai 0. Hal ini menunjukkan bahwa setiap pin pada Arduino Mega masih bekerja dengan baik .

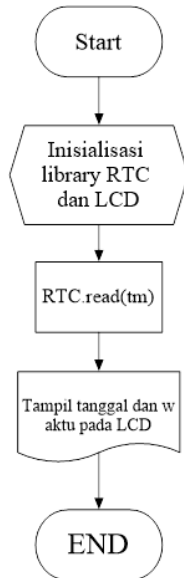


**Gambar 4.10** Salah Satu Hasil Pengujian Tegangan Pada Pin Arduino Mega

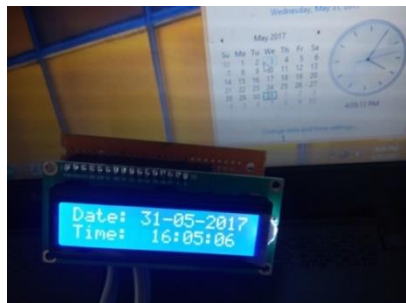
#### 4.5 Pengujian *Real Time Clock* (RTC)

Pengujian pada RTC dilakukan dengan cara menampilkan secara langsung waktu yang terbaca pada LCD 16x2 dengan membandingkan data waktu pada waktu laptop. Untuk dapat

menampilkan waktu dan tanggal pada LCD 16x2 dilakukan terlebih dahulu memprogram RTC dan LCD menggunakan arduino mega. Pemograman menampilkan waktu dan tanggal menggunakan flowchart seperti pada Gambar 4.11. Dengan demikian, diperoleh data pada Tabel 4.13 dan Gambar 4.12 berupa tampilan waktu LCD16x2 dengan perbandingan waktu di laptop yaitu sebagai berikut.



**Gambar 4.11** Flowchart Pemograman Untuk Pengujian RTC.



**Gambar 4.12** Pengujian Data Waktu Pada RTC

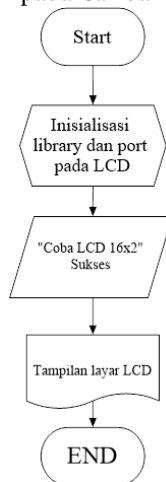
**Tabel 4.11** Pengujian Data Waktu Pada RTC

No	Waktu pada RTC	Waktu pada Smartphone	Selisih Waktu
1	15:56:44	15:56:51	7 detik
2	16:05:06	16:05:13	7 detik
3	16:12:58	16:12:05	7 detik

Dengan mengacu data pada tabel tersebut, didapatkan bahwa selisih antara jam RTC dan jam sesungguhnya (*Laptop*) adalah tetap yaitu 7 detik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa RTC dapat digunakan sebagai acuan karena selisih waktunya selalu tetap dan tidak berubah-ubah.

#### 4.6 Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pengujian LCD dilakukan dengan memberikan program pada mikrokontroler Arduino untuk menampilkan karakter pada LCD. Pada pengujian LCD kali ini menggunakan LCD 16 x 2, pengujian kami lakukan dengan memberi program untuk menampilkan karakter “COBA LCD” pada baris pertama dan “SUKSES” pada baris selanjutnya pada Arduino *flowchart* pemrograman seperti Gambar 4.13 dan hasil tampilan pada layar LCD di tunjukkan pada Gambar 4.14



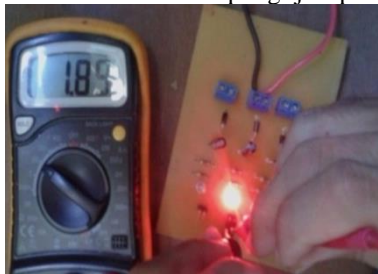
**Gambar 4.13** Flowchart Pengujian LCD



**Gambar 4.14** Hasil Pengujian LCD

#### 4.7 Pengujian Sensor *Peak Detector*

Pada pengujian sensor *peak detector* hanya menguji apakah sensor peak ini dapat mengambil tegangan yang ada pada gardu portal lalu dikirimkan melalui mikrokontroller. Sensor peak hanya menguji padam dan tidaknya gardu portal dari sistem pengoperasian. Pengujian sensor *peak detector* ini diberi masukan 6 V DC lalu hasil keluaran diukur. Disini hasil tegangan yang keluar dibagi dengan tegangan referensi yang ada pada mikrokontroller berikut hasil pengujiannya yang dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan hasil pengujian pada Gambar 4.15



**Gambar 4.15** Salah Satu Pengujian Sensor *Peak Detector*

**Tabel 4.12** Hasil Pengujian Tegangan Sensor Peak Detektor

	sensor peak 1	sensor peak 2	sensor peak 3
Tegangan LED	1,85 V	1,89 V	1,85 V
Tegangan RS	5,39 V	6,3 V	5,28 V
Tegangan RS+LED	7,18 V	8,15 V	7,14 V

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.12 dengan menghitung hasil keluaran tegangan pada masing-masing beban ( $R_s$  dan LED), membuktikan bahwa ketika dialiri arus, besar tegangan pada LED sesuai dengan spesifikasi pada LED berjenis *super bright* dengan spesifikasi tegangan sebesar 1,8 VDC. Tegangan tersebut nantinya sebagai input pada arduino yang sesuai dengan *range* sebagai masukan pada arduino mega. Serta nilai  $R_s$  mendekati besar tegangan supply DC yang telah diturunkan oleh transformator.

#### 4.8 Pengujian Keseluruhan

Pada pengujian keseluruhan ini yaitu dilakukan pengujian alat secara menyeluruh. Melakukan seluruh koordinasi semua komponen yang dipergunakan dalam *Prototype* gardu portal konvensional. Dilakukannya pengujian keseluruhan ini yaitu pada :

Waktu : 07 Juni 2017, pukul 16.00 WIB

Tempat : Sukolilo Park regency C-38

Pada sistem pengoperasian ini dilakukan dengan empat kondisi dan terdapat jadwal untuk melakukan pengujian secara real berdasarkan data keseharian dari PLN. Dilakukannya pemeliharaan ini berdasarkan jadwal yang telah ditetapkan sebelumnya. Data jadwal yang telah dibuat akan disesuaikan dengan pemeliharaan yang ada di PLN. Pada dasarnya, pemeliharaan dilakukan dengan *range* waktu selama 1 tahun untuk melakukan pemeliharaan berikutnya. Jadwal yang telah dibuat pada pengujian keseluruhan ini yaitu ada 4 waktu. Dan terdapat pula kondisi diluar jadwal pemeliharaan.

Kondisi yang diberikan pada pengujian ini yaitu :

1. Ada jadwal, gardu bekerja secara normal.
2. Ada jadwal, gardu padam
3. Tidak ada jadwal, gardu bekerja secara normal
4. Tidak ada jadwal, gardu padam

Untuk Pengujian keseluruhan pada *prototype* gardu portal konvensional ini yaitu memberikan masing-masing pengujian pada keempat kondisi diatas. Dari keempat kondisi diatas dibuatlah database untuk menyesuaikan jadwal yang dibuat. Jadwal yang dibuat meliputi tanggal berikut :

- a. 30 Oktober 2014
- b. 15 September 2015
- c. 21 Desember 2016
- d. 08 Juni 2017

#### 4.8.1 Pengujian Keseluruhan Dengan Kondisi Pertama

Pengujian keseluruhan pertama yaitu mengambil data berupa kondisi satu yaitu terdapat jadwal, gardu bekerja secara normal. Pada kondisi ini bahwa menandakan gardu bekerja dengan normal. Arti dari gardu bekerja dengan normal yaitu secara keseluruhan komponen yang ada di dalam gardu tidak menyebabkan sesuatu hal yang dapat beresiko/membuat gangguan yang menyebabkan gardu padam. Bekerjanya gardu secara normal ditandai dengan 3 lampu indikator yang menyala warna hijau dan beban lampu menyala. Lampu indikator menyala warna hijau menandakan bahwa saklar yang ada di dalam gardu bekerja dengan normal dan tertutup. Seperti pada Gambar 4.16.



**Gambar 4.16** Kondisi Gardu Sebelum Dan Sesudah Pemeliharaan

Kondisi gardu dalam keadaan normal pada saat adanya jadwal. Kondisi pertama ini dilakukan pada sebelum dan sesudah adanya pemeliharaan untuk mengetahui bekerjanya gardu. Pada kondisi pertama ini yaitu melakukan pengujian pada keempat jadwal yang telah ada. Untuk pengujian masing-masing jadwal yang telah ditentukan pada kondisi pertama ini dapat dipantau melalui panel box. Terdapat lampu indikator berwarna merah menyala menandakan bahwa gardu saat ini sedang bertegangan dan di anjur untuk tidak membuka pintu dari gardu portal tersebut. Berikut salah satu pengujian yang diambil ketika kondisi pertama pada masing-masing jadwal yang telah ditentukan yang dapat dilihat pada Gambar 4.17.



**Gambar 4.17** Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat Adanya Jadwal Dan Gardu Bekerja Secara Normal

Dari tampilan pada panel box pada Gambar 4.17 menunjukkan bahwa pada setiap setting waktu RTC yang disesuaikan dengan database yang telah ada dapat berjalan dengan normal. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa panel box dapat mendeteksi waktu bilamana terdapat jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan sebelumnya.

#### **4.8.2 Pengujian Keseluruhan Dengan Kondisi Kedua**

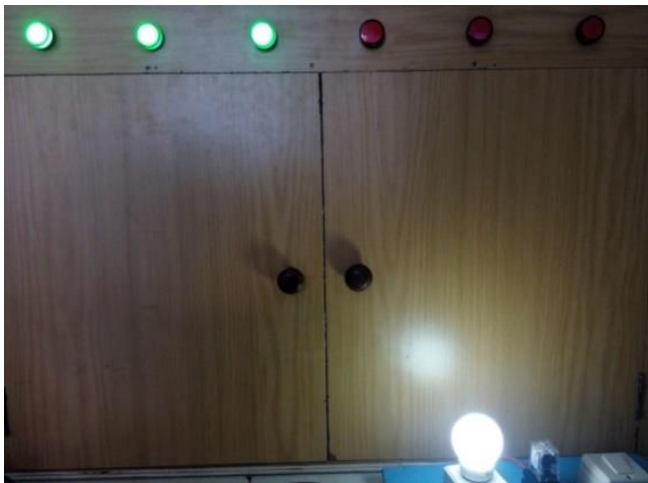
Pengujian keseluruhan dengan kondisi kedua yaitu terdapat jadwal namun gardu padam. Pada kondisi yang dimaksudkan yaitu bahwa adanya pemadaman pada gardu terjadi dikarenakan adanya pengoperasian gardu yang dilakukan ketika adanya jadwal yang telah ditentukan. Padamnya gardu ataupun industri ini akibat dari terbukanya Saklar pada *incoming* gardu dan Circuit Breaker. Pengujian kedua ini yaitu mengambil data dari keempat jadwal yang dibuat pada database.

Pada kondisi pemeliharaan portal konvensional, pengoperasian gardu portal ini dibuat dengan keamanan yang tinggi yaitu dengan adanya sistem *interlock* pada sistem pengoperasiannya dan operator tidak lagi harus membuka dengan *stik* pada masing-masing saklar untuk membebaskan tegangan pada masing-masing *section*. Pemantauan

terbuka atau tertutupnya saklar dapat dilihat diluar gardu yang terdapat lampu indikator juga pada terdapat pada panel.

1. Pemantauan kondisi gardu sebelum dilakukannya pemeliharaan

Hal pertama yang dilakukan untuk melakukan pengujian kedua yaitu memastikan bahwa gardu beroperasi dalam keadaan normal. Hal ini dapat dilihat pada pengujian keseluruhan pertama pada kondisi gardu terdapat jadwal dan bekerja dengan normal yaitu dimana 3 lampu indikator pada gardu menyala warna hijau dan beban menyala. Ketiga lampu indikator warna hijau ini menandakan bahwa saklar yang ada didalam gardu sedang tertutup dan saklar beroperasi dengan normal. Untuk lampu indikator warna merah yang menyala pada panel box menandakan bahwa gardu sedang bertegangan dan dianjurkan untuk tidak membuka pintu gardu portal tersebut. Pemantauan kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 4.18 dan Gambar 4.19 yaitu merupakan salah satu kondisi sebelum dilakukannya pemeliharaan.



**Gambar 4.18** Kondisi Gardu Sebelum Pemeliharaan





**Gambar 4.19** Salah Satu Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat Sebelum Dilakukannya Pemeliharaan.

## 2. Membuka *Circuit Breaker*

Hal kedua yang dilakukan dalam proses pengoperasian gardu portal konvensional yaitu membuka *circuit breaker*. Pembukaan *circuit breaker* ini dilakukan untuk memutuskan hubungan jaringan antara gardu portal dan beban industri yaitu gardu milik industri. Proses pembukaan *circuit breaker* ini dilakukan dengan menekan tombol *circuit breaker*. Terbukanya *circuit breaker* ini memutuskan hubungan dengan beban sehingga beban akan padam. Kondisi terbukanya *circuit breaker* dapat dilihat pada lampu indikator yang terdapat pada gardu portal dimana lampu indikator *circuit breaker* berganti warna yang sebelumnya berwarna hijau, berganti menjadi merah serta penampilan kondisi pada LCD panel box yaitu dapat dilihat pada Gambar 4.20 dan Gambar 4.21.



**Gambar 4.20** Kondisi Lampu Indikator Pada Gardu Portal Saat Dibukanya *Circuit Breaker*



**Gambar 4.21** Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat *Circuit Breaker* Dibuka

Dari tampilan pada panel box pada Gambar 4.21, menunjukkan bahwa pada setiap setting waktu RTC yang disesuaikan dengan database yang telah ada dapat berjalan dengan normal yaitu ketika pembukaan CB (*Circuit Breaker*). Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa panel box dapat mendeteksi kondisi gardu ketika CB (*Circuit Breaker*) dioperasikan untuk dibuka pada setiap adanya jadwal pemeliharaan. Sensor peak pada CB (*Circuit Breaker*) dapat mendeteksi adanya tegangan pada coil relay.

### 3. Membuka LBS (*Load Breaker Swicth*) *Incoming*

Setelah terbukanya *circuit breaker*, hal ketiga yang dilakukan dalam proses pengoperasian gardu portal konvensional yaitu membuka LBS *incoming* pada gardu portal. Pembukaan LBS *incoming* ini dilakukan untuk memutuskan hubungan jaringan antara gardu portal dan tiang SUTM pada jaringan PLN. Proses pembukaan LBS *incoming* ini dilakukan dengan menekan tombol LBS *incoming*. Terbukanya LBS *incoming* ini memutuskan hubungan dengan tiang SUTM yang di *prototype* gardu portal berupa sumber yang masuk pada gardu portal. Kondisi terbukanya LBS *incoming* dapat dilihat pada lampu indikator yang terdapat pada gardu portal dimana lampu indikator LBS *incoming* berganti warna yang sebelumnya berwarna hijau, berganti menjadi merah serta penampilan kondisi pada LCD panel box yaitu dapat dilihat pada Gambar 4.22 dan Gambar 4.23.



**Gambar 4.22** Kondisi Lampu Indikator Pada Gardu Portal Saat Dibukanya LBS *Incoming*.



**Gambar 4.23** Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat LBS *Incoming* Dibuka

Dari tampilan pada panel box pada Gambar 4.23, menunjukkan bahwa pada setiap setting waktu RTC yang disesuaikan dengan database yang telah ada dapat berjalan dengan normal yaitu ketika pembukaan LBS *incoming*. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa panel box dapat mendeteksi kondisi gardu ketika LBS *incoming* dioperasikan untuk dibuka pada setiap adanya jadwal pemeliharaan. Sensor peak pada LBS *incoming* dapat mendeteksi adanya tegangan pada coil relay

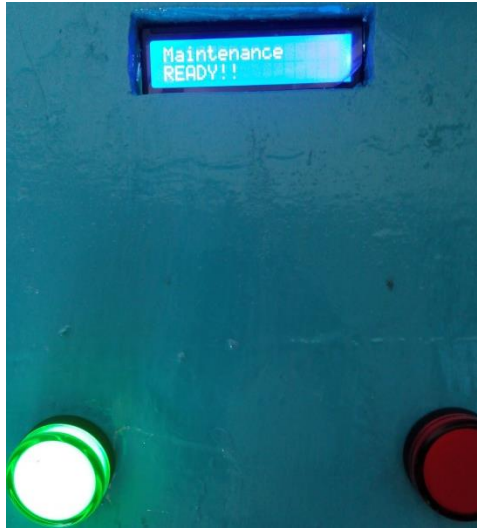
#### 4. Membuka LBS (*Load Breaker Swicth*) *Outgoing*

Setelah terbukanya LBS *incoming*, hal ketiga yang dilakukan dalam proses pengoperasian gardu portal konvensional yaitu membuka LBS *Outgoing* pada gardu portal. Pembukaan LBS *Outgoing* ini dilakukan untuk memutuskan hubungan jaringan antara sel *incoming* gardu portal dengan sel *Outgoing* gardu portal. Tujuan dibukanya LBS *Outgoing* muatan ion sisa yang ada pada gardu potal. Proses pembukaan LBS *Outgoing* ini dilakukan dengan menekan

tombol LBS *Outgoing*. Terbukanya LBS *Outgoing* ini memutuskan hubungan antara sel *incoming* gardu portal dengan sel *Outgoing* yang di *prototype* gardu portal berupa sumber yang masuk pada gardu portal. Kondisi terbukanya LBS *Outgoing* dapat dilihat pada lampu indikator yang terdapat pada gardu portal dimana lampu indikator LBS *Outgoing* berganti warna yang sebelumnya berwarna hijau, berganti menjadi merah yang dapat dilihat pada gambar 4.24. Selain itu juga lampu indikator pada panel box berganti warna dari merah menjadi hijau. Perubahan warna ini mengindikasikan bahwa pintu dapat dibuka karena gardutelah bebas bertegangan dan sudah aman untuk dilakukannya pemeliharaan dan penampilan kondisi tersebut dapat dilihat pada LCD panel box yaitu dapat dilihat pada Gambar 4.25.



**Gambar 4.24** Kondisi Lampu Indikator Pada Gardu Portal Saat Dibukanya LBS *Outgoing*



**Gambar 4.25** Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat LBS *Outgoing* Dibuka

Dari tampilan pada panel box pada Gambar 4.25, menunjukkan bahwa pada setiap setting waktu RTC yang disesuaikan dengan database yang telah ada dapat berjalan dengan normal yaitu ketika pembukaan LBS *outgoing*. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa panel box dapat mendeteksi kondisi gardu ketika LBS *outgoing* dioperasikan untuk dibuka pada setiap adanya jadwal pemeliharaan. Sensor peak pada LBS *outgoing* dapat mendeteksi adanya tegangan pada coil relay

##### 5. Menutup kembali LBS (*Load Breaker Switch*) *Outgoing*

Ketika dilakukannya pemeliharaan, mikrokontroler membaca bahwa proses pengoperasian telah selesai, maka dari itu mikrokontroler mengirimkan kondisi selanjutnya yaitu berupa kondisi untuk pengoperasian gardu portal dalam menutup semua saklarnya. Setelah dilakukannya pemeliharaan, gardu yang telah dibersihkan dan diperbaiki ini dioperasikan dan dinormalkan kembali. Untuk memulai mengoperasikan gardu portal konvensional maka hal yang

harus dilakukan pertama yaitu Menutup kembali LBS (*Load Breaker Swicth*) *Outgoing*. Dilakukannya penutupan LBS *Outgoing* untuk menghubungkan kembali sel *incoming* dan *outing* pada gardu portal agar penyaluran daya bisa optimal. . Kondisi menutupnya LBS *Outgoing* dapat dilihat pada lampu indikator yang terdapat pada gardu portal dimana lampu indikator LBS *Outgoing* berganti warna yang sebelumnya berwarna merah yang berarti *offline*, berganti menjadi merah yang berarti *online* yang dapat dilihat pada Gambar 4.26 Selain itu juga lampu indikator pada panel box berganti warna dari hijau yang mempunyai arti aman menjadi merah yaitu yang mempunyai arti gardu dalam kondisi beroperasi. Perubahan warna ini mengindikasikan bahwa pintu untuk ditutup karena gardu telah akan beroperasi dan akan diberi tegangan dan untuk dijalankan kembali secara normal dan penampilan kondisi tersebut dapat dilihat pada LCD panel box yaitu dapat dilihat pada Gambar 4.27.



**Gambar 4.26** Kondisi Lampu Indikator Pada Gardu Portal Saat Menutup LBS *Outgoing*



**Gambar 4.27** Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat LBS *Outgoing* Tertutup

Dari tampilan pada panel box pada Gambar 4.27, menunjukkan bahwa pada setiap setting waktu RTC yang disesuaikan dengan database yang telah ada dapat berjalan dengan normal yaitu ketika penutupan kembali LBS *outgoing*. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa panel box dapat mendeteksi kondisi gardu ketika LBS *outgoing* dioperasikan untuk ditutup kembali pada setiap adanya jadwal pemeliharaan. Sensor peak pada LBS *outgoing* mendeteksi bahwa coil relay sudah tidak bertegangan kembali. Dan hal ini menunjukkan kondisi relay pada gardu kembali pada keadaan awal yaitu pada kontak NC.

#### 6. Menutup kembali LBS (*Load Breaker Swicth*) *Incoming*

Setelah menutup kembali LBS *Outgoing* Maka dilakukan penutupan kembali LBS *incoming* untuk menghubungkan kembali tegangan sumber dari tiang SUTM PLN dengan gardu portal agar penyaluran daya bisa optimal. Kondisi menutupnya LBS *incoming* dapat dilihat pada lampu indikator yang terdapat pada gardu portal dimana lampu



indikator LBS *incoming* berganti warna yang sebelumnya berwarna merah yang berarti *offline*, berganti menjadi merah yang berarti *online* yang dapat dilihat pada Gambar 4.28 serta penampilan kondisi tersebut dapat dilihat pada LCD panel box yaitu dapat dilihat pada Gambar 4.29.



**Gambar 4.28** Kondisi Lampu Indicator Pada Gardu Portal Saat Ditutupnya LBS *Incoming*



**Gambar 4.29** Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat LBS *Incoming* Tertutup

Dari tampilan pada panel box pada Gambar 4.29, menunjukkan bahwa pada setiap setting waktu RTC yang disesuaikan dengan database yang telah ada dapat berjalan dengan normal yaitu ketika penutupan kembali LBS *incoming*. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa panel box dapat mendeteksi kondisi gardu ketika LBS *incoming* dioperasikan untuk ditutup kembali pada setiap adanya jadwal pemeliharaan. Sensor peak pada LBS *incoming* mendeteksi bahwa coil relay sudah tidak bertegangan kembali. Dan hal ini menunjukkan kondisi relay pada gardu kembali pada keadaan awal yaitu pada kontak NC.

#### 7. Menutup kembali *Circuit Breaker*

Setelah menutup kembali LBS *incoming* Maka dilakukan penutupan kembali *circuit breaker* untuk menghubungkan kembali gardu portal dengan beban industry yaitu gardu milik pelanggan. Kondisi menutupnya *circuit breaker* dapat dilihat pada lampu indikator yang terdapat pada gardu portal dimana lampu indikator *circuit breaker* berganti warna yang sebelumnya berwarna merah yang berarti *offline*, berganti menjadi merah yang berarti *online* yang dapat dilihat pada Gambar 4.30 serta penampilan kondisi tersebut dapat dilihat pada LCD panel box yaitu dapat dilihat pada Gambar 4.31.



**Gambar 4.30** Kondisi Lampu Indikator Pada Gardu Portal Saat Ditutupnya *Circuit Breaker*



**Gambar 4.31** Tampilan Panel Box Pada Tanggal 30 Oktober 2014 Saat *Circuit Breaker* Tertutup

Dari tampilan pada panel box pada Gambar 4.31, menunjukkan bahwa pada setiap setting waktu RTC yang disesuaikan dengan database yang telah ada dapat berjalan dengan normal yaitu ketika penutupan kembali LBS *incoming*. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa panel box dapat mendeteksi kondisi gardu ketika LBS *incoming* dioperasikan untuk ditutup kembali pada setiap adanya jadwal pemeliharaan. Sensor peak pada LBS *incoming* mendeteksi bahwa coil relay sudah tidak bertegangan kembali. Dan hal ini menunjukkan kondisi relay pada gardu kembali pada keadaan awal yaitu pada kontak NC.

Pada pengujian kondisi kedua, perbedaan waktu berdasarkan jadwal yang telah ditentukan tidak mempengaruhi kerja sistem kerja dari pengoperasian juga pembacaan sensor peak detector telah sesuai dengan kondisi kontak pada relay yaitu kontak relay akan berubah dari NC (*Normally Close*) menjadi NO (*Normally Open*).

#### 4.8.3 Pengujian Keseluruhan Dengan Kondisi Ketiga

Pengujian keseluruhan dengan kondisi ketiga yaitu tidak adanya jadwal dan gardu bekerja/beroperasi secara normal. Pada pengujian ini dilakukan pengujian diluar dari waktu yang telah ditentukan. Dalam pengujian ini menggunakan 2 waktu yang berbeda yang tidak terdapat didalam jadwal yang telah ditentukan yaitu pada tanggal 13 Januari 2014 dan 14 Juni 2016. Untuk pengujiannya dilakukan satu pertasu pemantauan kondisi tersebut. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4. 32, 4.33.



**Gambar 4.32** Kondisi Gardu Saat Kondisi Tidak Ada Jadwal Dan Beroperasi Secara Normal



**Gambar 4.33** Tampilan Panel Box Pada Tanggal 13 Januari 2014 Saat Kondisi Tidak Ada Jadwal Dan Beroperasi Secara Normal

Hasil pengujian kondisi ketiga yaitu sistem pengoperasian gardu tidak dijalankan, dikarenakan tidak adanya pemeliharaan. pembacaan RTC sesuai dengan setting tanggal yang ditentukan namun waktu dan tanggal berada diluar jadwal pemeliharaan. Pada keadaan *real* di lapangan gardu beroperasi secara normal dan tidak adanya pemadaman berupa gangguan, kegagalan sistem ataupun pemadaman dikarenakan perbaikan ataupun pemeliharaan.

#### **4.8.4 Pengujian Keseluruhan Dengan Kondisi Keempat**

Pengujian keseluruhan dengan kondisi keempat yaitu tidak adanya jadwal namun gardu padam. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pada aktivitas sehari-hari kadang kala dapat terjadi gagal berfungsi atau menyebabkan gardu tidak dapat beroperasi dengan normal. Kegagalan operasi ini banyak sekali penyebabnya yaitu berupa kerusakan atau gangguan pada kabel tanah yang akan mensupplay gardu dan ada gangguan dari tiang SUTM maupun kondisi didalam gardu sendiri yang komponennya tidak bekerja dengan baik. Disini terdapat simulasi yang dapat mengindikasikan gangguan yang terdapat didalam gardu. Yaitu dimana adanya gangguan didalam gardu namun operasi dari kedua saklar dan CB masih bekerja dalam menutup rangkaian sehingga dengan simulasi ini dapat mengetahui kegagalan sistem yang ada pada gardu

portal. Pengujian ini dilakukan diluar jadwal pemeliharaan yang telah ditentukan. Dalam pengujian ini telah ditentukan tanggal pengujian yaitu pada 15 Maret 2014 dan 22 April 2017 dengan mengubah posisi saklar untuk memadamkan beban. Gambar gardu portal dan panel ketika tidak adanya jadwal dapat dilihat pada Gambar 4.34, 4.35.



**Gambar 4.34** Kondisi Gardu Saat Kondisi Tidak Ada Jadwal Dan Beroperasi Secara Normal



**Gambar 4.35** Tampilan Panel Box Pada Tanggal 22 April 2017 Saat Gardu Dalam Kondisi Normal

Pada saat dilakukan simulasi dengan mematikan saklar, maka terjadi gangguan yang dapat memadamkan beban lampu serta lampu indikator LBS Outgoing mati, membuktikan bahwa LBS outgoing gagal bekerja dengan baik. Sehingga hal ini dapat dilihat pada kondisi gardu yang terjadi gangguan dan dibaca oleh panel. Kondisi gangguan ini dapat dilihat pada Gambar 4.36 dan kondisi gardu dapat dilihat pada Gambar 4.37.



**Gambar 4.36** Tampilan Panel Box Pada Saat Gardu Terjadi Gangguan



**Gambar 4.37** Kondisi Beban Setelah Dilakukannya Simulasi

Terjadinya gangguan ini disimulasikan terjadi pada gardu portal baik itu didalam gardu maupun diluar gardu. Lampu indicator tetap menyala hijau diindikasikan bahwa LBS tetap tertutup sehingga adanya kegagalan sistem pada gardu portal tersebut. Setelah adanya perbaikan pada gardu portal oleh PLN, gardu dapat digunakan kembali. Pada saat gardu tidak adanya gangguan lagi dan dapat dioperasikan dengan normal maka panel akan memperlihatkan kondisi pasca perbaikan gardu, yang dapat diperlihatkan pada Gambar 4. 38



**Gambar 4.38** Tampilan Panel Box Setelah Gardu Dilakukan Perbaikan

#### **4.9 Analisa Relevansi**

*Prototype* ini merupakan alat peraga dari peralatan yang ada pada pelanggan industri berdaya menengah. Untuk bisa diimplementasikan pada gardu portal industri yang masih berjenis gardu portalkonvensional, sebenarnya memerlukan analisa implementasi terkait penggunaan komponen pengganti yang sesuai terutama untuk pengembangan sistem pengoperasian dan pembacaan sensor gardu portal. Pengembangan sistem pengoperasian ini akan menggunakan kontaktor yang dapat memutar motor untuk dapat menggerakkan LBS dengan kontak yang sangat cepat. Kontaktor 220V mempunyai daya yang sangat besar untuk dapat memutar motor namun dibutuhkan kontak yang sangat cepat dikarenakan jarinagn 20kV cukup besar dan mempunyai daya elektromagnetik yang sangat tinggi. Sedangkan untuk sensor *peak detector* haru memiliki standar yang



ditentukan yang sesuai dengan rating yang dibutuhkan. sisi sekunder dengan adanya PT (*Potential Transformer*) pada gardu portal selain untuk pengukuran dan proteksi yaitu juga dapat memberikan sinyal pada panel akan kondisi tegangan pada gardu portal.

Jika alat ini digunakan pada gardu portal konvensional di industri khusus, maka dapat dimanfaatkan untuk pemantauan pengoperasian gardu portal konvensional dan dapat mengamankan operator pemelihara dalam melakukan operasi gardu. Diharapkan setelah alat ini dapat diterapkan pada pelanggan industri berdaya menengah yang sesungguhnya mampu untuk meningkatkan kinerja PLN dalam faktor pemantauan dengan cepat dan keamanan yang hingga saat ini gardu portal konvensional belum terdapat suatu pengamanan yang baik untuk operator maupun untuk kehandalan komponen di dalamnya.

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Dari pembuatan alat “*Prototype* Sistem Pengoperasian Gardu Portal Konvensional 20kV dalam Kondisi Pemeliharaan” dan pengujian dari perangkat keras dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari pembuatan dan pengujian tugas akhir ini saya mendapatkan beberapa kesimpulan diantaranya adalah bahwa Penggunaan *Magnetic* kontaktor sebagai sistem *interlock* dapat digunakan dalam sistem pengoperasian gardu konvensional untuk membuka dan menutup saklar (LBS) serta menjaga pengoperasian agar sesuai dengan SOP yang berlaku dengan tegangan rata-rata kerja coil magnet kontaktor sebesar 225.23 Volt. Sistem *interlock* ini juga sebagai pengaman bagi operator agar tidak salah mengoperasikan LBS yang dapat mengganggu kehandalan sistem. Dalam pembacaan sensor peak detector pada coil relay mencapai nilai lebih dari 1,8 VDC pada LED menunjukkan bahwa coil relay menggerakkan kontak pada relay. Untuk memantau kondisi saklar pemutus pada gardu portal konvensional terdapat lampu indikator yang dapat dipantau oleh operator pemelihara saat melakukan pengoperasian serta juga digunakan LCD sebagai alat untuk menampilkannya baik waktu maupun kondisi di dalam gardu portal tersebut. Terdapat pula notifikasi yang akan ditampilkan pada panel ketika gardu portal terjadi gagal kerja saat diluar jadwal pemeliharaan yang ada.

#### **5.2 Saran**

Beberapa saran yang kami usulkan untuk mengembangkan tugas akhir ini adalah bahwa sistem *interlock* menggunakan *Magnetic* kontaktor dapat digunakan untuk memutar motor dan menggerakkan saklar. Dan dalam pengembangan alat ini kedepannya sebaiknya menggunakan berbagai kondisi yang ada. Dan sistem *interlock* ini juga dapat sebagai proteksi ketika adanya gangguan hubung singkat di dalam gardu.

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] \_\_\_\_\_, “Buku 4 : Standar konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik”, PT PLN (Persero), Jakarta, 2010.
- [2] Hendrawan, Andi Mahardi, “Pemeliharaan Peralatan Hubung Bagi 20kV Pelanggan Besar”, Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2010.
- [3] Sarimun, Wahyudi, “Buku Saku Pelayanan Teknik (YANTEK)”, Garamond, Jakarta, 2011
- [4] \_\_\_\_\_, “Pengoperasian Kubikel 20KV”, Pusat Pendidikan dan Pelatihan PT. PLN (Persero) Jakarta, 2003
- [5] \_\_\_\_\_, “NC1 Contactor, 9~95A”, Datasheet, Chint Group Corp., Shanghai, 2010
- [6] Alif, Nur Totok, “Dasar Kontrol Konvensional”, Buku Pegangan Siswa Teknik Ketenagalistrikan, Probolinggo, .....
- [7] \_\_\_\_\_, “General-Purpose Relay MK-I/-S”, Datasheet, Omron, Jakarta, 2010
- [8] \_\_\_\_\_, “IEC Push Button Button Specifications”, Datasheet, Rockwell Automation, 2014
- [9] \_\_\_\_\_, “Ad16 Series Pilot Lamp”, Datasheet, Onpow, Zhejiang, 2006
- [10] Saraswati, Hana N Nafita, “Smart Electricity Meter”, *Tugas Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.
- [11] Erfian Ubaetdillah. Rancang Bangun Pendeteksi Denyut Jantung dan Janin Ibu Hamil Berdasarkan Usia Kehamilan dengan Metode Eucledian. Proyek Tugas Akhir : T.Elektrobika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya- Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2009
- [12] Barizi, Alfian, “Prototipe Sistem Pelaporan Gangguan Beserta Posisi Gangguan Pada Jaringan Distribusi”, *Tugas Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

## LAMPIRAN A

### A.1. Listing program Arduino IDE pada Arduino Mega

#### A.1.1 Program Uji Pin Board Arduino

```
//Program Logika 1
void setup() {
  pinMode(A0,OUTPUT);
  pinMode(A1,OUTPUT);
  pinMode(A2,OUTPUT);
  pinMode(A3,OUTPUT);
  pinMode(A4,OUTPUT);
  pinMode(A5,OUTPUT);
  pinMode(A6,OUTPUT);
  pinMode(A7,OUTPUT);
  pinMode(0,OUTPUT);
  pinMode(1,OUTPUT);
  pinMode(2,OUTPUT);
  pinMode(3,OUTPUT);
  pinMode(4,OUTPUT);
  pinMode(5,OUTPUT);
  pinMode(6,OUTPUT);
  pinMode(7,OUTPUT);
  pinMode(8,OUTPUT);
  pinMode(9,OUTPUT);
  pinMode(10,OUTPUT);
  pinMode(11,OUTPUT);
  pinMode(12,OUTPUT);
  pinMode(13,OUTPUT);
  pinMode(14,OUTPUT);
  pinMode(15,OUTPUT);
  pinMode(16,OUTPUT);
  pinMode(17,OUTPUT);
  pinMode(18,OUTPUT);
  pinMode(19,OUTPUT);
  pinMode(20,OUTPUT);
  pinMode(21,OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(A0,HIGH);
```

```

digitalWrite(A1,HIGH);
digitalWrite(A2,HIGH);
digitalWrite(A3,HIGH);
digitalWrite(A4,HIGH);
digitalWrite(A5,HIGH);
digitalWrite(A6,HIGH);
digitalWrite(A7,HIGH);
digitalWrite(0,HIGH);
digitalWrite(1,HIGH);
digitalWrite(2,HIGH);
digitalWrite(3,HIGH);
digitalWrite(4,HIGH);
digitalWrite(5,HIGH);
digitalWrite(6,HIGH);
digitalWrite(7,HIGH);
digitalWrite(8,HIGH);
digitalWrite(9,HIGH);
digitalWrite(10,HIGH);
digitalWrite(11,HIGH);
digitalWrite(12,HIGH);
digitalWrite(13,HIGH);
digitalWrite(14,HIGH);
digitalWrite(15,HIGH);
digitalWrite(16,HIGH);
digitalWrite(17,HIGH);
digitalWrite(18,HIGH);
digitalWrite(19,HIGH);
digitalWrite(20,HIGH);
digitalWrite(21,HIGH);
}

```

```

//Program Logika 0
void setup() {
pinMode(A0,OUTPUT);
pinMode(A1,OUTPUT);
pinMode(A2,OUTPUT);
pinMode(A3,OUTPUT);
pinMode(A4,OUTPUT);
pinMode(A5,OUTPUT);

```



```

pinMode(A6,OUTPUT);
pinMode(A7,OUTPUT);
pinMode(0,OUTPUT);
pinMode(1,OUTPUT);
pinMode(2,OUTPUT);
pinMode(3,OUTPUT);
pinMode(4,OUTPUT);
pinMode(5,OUTPUT);
pinMode(6,OUTPUT);
pinMode(7,OUTPUT);
pinMode(8,OUTPUT);
pinMode(9,OUTPUT);
pinMode(10,OUTPUT);
pinMode(11,OUTPUT);
pinMode(12,OUTPUT);
pinMode(13,OUTPUT);
pinMode(14,OUTPUT);
pinMode(15,OUTPUT);
pinMode(16,OUTPUT);
pinMode(17,OUTPUT);
pinMode(18,OUTPUT);
pinMode(19,OUTPUT);
pinMode(20,OUTPUT);
pinMode(21,OUTPUT);
}
void loop() {
digitalWrite(A0,LOW);
digitalWrite(A1, LOW);
digitalWrite(A2, LOW);
digitalWrite(A3, LOW);
digitalWrite(A4, LOW);
digitalWrite(A5, LOW);
digitalWrite(A6, LOW);
digitalWrite(A7, LOW);
digitalWrite(0, LOW);
digitalWrite(1, LOW);
digitalWrite(2, LOW);
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);

```

```

digitalWrite(5, LOW);
digitalWrite(6, LOW);
digitalWrite(7, LOW);
digitalWrite(8, LOW);
digitalWrite(9, LOW);
digitalWrite(10, LOW);
digitalWrite(11, LOW);
digitalWrite(12, LOW);
digitalWrite(13, LOW);
digitalWrite(14, LOW);
digitalWrite(15, LOW);
digitalWrite(16, LOW);
digitalWrite(17, LOW);
digitalWrite(18, LOW);
digitalWrite(19, LOW);
digitalWrite(20, LOW);
digitalWrite(21, LOW);
}

```

#### **A.1.2 Program Uji LCD**

```

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
void setup() {
  lcd.begin(16,2);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("COBA LCD 16x2");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("SUKSES");
}
void loop() {
}

```

#### **A.1.3 Program Uji RTC**

```

#include <Wire.h>
#include <Time.h>
#include <DS1307RTC.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12,11,5,4,3,2);

```

```

void setup() {
  lcd.begin(16,2);
  while (!Serial);
  delay(200);
}

void loop() {
  tmElements_t tm;
  if (RTC.read(tm)) {
    lcd.clear();
    lcd.print("Date: ");
    printkurangdarinol(tm.Day);
    lcd.print("-");
    printkurangdarinol(tm.Month);
    lcd.print("-");
    lcd.print(tm.YearToCalendar(tm.Year));

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Time: ");
    printkurangdarinol(tm.Hour);
    lcd.print(":");
    printkurangdarinol(tm.Minute);
    lcd.print(":");
    printkurangdarinol(tm.Second);
  } else {
    if (RTC.chipPresent()) {
      lcd.print("DS1307 Terhenti!");
    } else {
      lcd.print(" DS1307 Error!");
    }
    delay(9000);
  }
  delay(1000);
}

void printkurangdarinol(int nomor) {
  if (nomor >= 0 && nomor < 10) {
    lcd.write('0');
  }
  lcd.print(nomor);
}

```

```
}
```

#### **A.1.4. Program Utama**

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <DS3231.h>
#include <Time.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12,11,5,4,3,2);
SoftwareSerial SIM900A(7,8);
DS3231 rtc(SDA, SCL);
Time waktu;

SoftwareSerial bluetooth(14, 15);
int data;
int data2;
int data3;
int teganganCB;
int teganganDSin;
int teganganDSout;
int tegangan0;
int tegangan00;
int tegangan20;
int tegangan200;
String a = "Pemeliharaan pada PT. Argo Jaya dapat dilakukan";
String b = "Pemeliharaan PT. Argo Jaya telah selesai dilakukan,
selamat beraktivitas kembali";
String c = "Gardu Portal PT. Argo Jaya Padam, Indikasi Terjadi
gangguan.";
String d = "Gardu Portal PT. Argo Jaya telah diperbaiki. Gardu
Portal kembali normal";
int PEBE = 16 ; // Ini pin PEBE
int led1 = 17; // Ini led 1
int kondisi = 1; // Ini variable untuk membaca status PEBE
const int relay = 18; // the number of the pushbutton pin
const int led_relay_Pin = 13; // the number of the LED pin
boolean operasi=true;
int relayState = 0; // variable for reading the pushbutton
status
boolean gangguan=true;
```

```

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);      // komunikasi Arduino ke Komputer
    lcd.begin(16,2);
    SIM900A.begin(9600);    // Setting the baud rate of GSM Module
    bluetooth.begin(9600);  //Baudrate Modul Bluetooth
    rtc.begin();
    pinMode(led1, OUTPUT);  // Mendefinisikan led1 sebagai output
    pinMode(PEBE, INPUT);   // Mendefinisikan PEBE sebagai
    input

    //karakter simbol
    uint8_t Baik[8]={0x00,0x00,0x01,0x02,0x14,0x08,0x00,0x00};
    uint8_t
    Buruk[8]={0x00,0x11,0x0A,0x04,0x0A,0x11,0x00,0x00};

    lcd.createChar(1,Baik);
    lcd.createChar(2,Buruk);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" Bismillah");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" TUGAS AKHIR ");
    delay(5000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" Gardu Portal");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" Konvensional");
    delay(5000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(" OLEH :");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" ROBY & LUTFI ");
    delay(5000);
    lcd.clear();
}

```

```

void SIM900power()
{
    digitalWrite(9,HIGH);
    delay(500);
    digitalWrite(9,LOW);
    return;
}

void Kirim_sms_pra()
{
    Serial.println ("SIM900A Mengirim SMS");
    SIM900A.println("AT+CMGF=1");    //Sets the GSM Module
in Text Mode
    delay(1000); // Delay of 1000 milli seconds or 1 second
    Serial.println ("Set SMS Number");
    SIM900A.println("AT+CMGS=\"+6285755267595\"\\r");    //
Replace with your mobile number
    delay(1000);
    Serial.println ("Set SMS Content");
    SIM900A.println(a);// The SMS text you want to send
    delay(100);
    Serial.println ("Finish");
    SIM900A.println((char)26);// ASCII code of CTRL+Z
    delay(1000);
    Serial.println (" ->SMS Selesai dikirim");
    operasi = false;
}

void Kirim_sms_pasca()
{
    Serial.println ("SIM900A Mengirim SMS");
    SIM900A.println("AT+CMGF=1");    //Sets the GSM Module
in Text Mode
    delay(1000); // Delay of 1000 milli seconds or 1 second
    Serial.println ("Set SMS Number");
    SIM900A.println("AT+CMGS=\"+6285755267595\"\\r");    //
Replace with your mobile number
    delay(1000);

```

```

Serial.println ("Set SMS Content");
SIM900A.println(b);// The SMS text you want to send
delay(100);
Serial.println ("Finish");
SIM900A.println((char)26);// ASCII code of CTRL+Z
delay(1000);
Serial.println (" ->SMS Selesai dikirim");
operasi = true;
}

void Kirim_sms_padam()
{
  Serial.println ("SIM900A Mengirim SMS");
  SIM900A.println("AT+CMGF=1");    //Sets the GSM Module
in Text Mode
  delay(1000); // Delay of 1000 milli seconds or 1 second
  Serial.println ("Set SMS Number");
  SIM900A.println("AT+CMGS=\"+6285755267595\"\\r");    //
Replace with your mobile number
  delay(1000);
  Serial.println ("Set SMS Content");
  SIM900A.println(c);// The SMS text you want to send
  delay(100);
  Serial.println ("Finish");
  SIM900A.println((char)26);// ASCII code of CTRL+Z
  delay(1000);
  Serial.println (" ->SMS Selesai dikirim");
  gangguan=false;
}

void Kirim_sms_selesai_perbaikan()
{
  Serial.println ("SIM900A Mengirim SMS");
  SIM900A.println("AT+CMGF=1");    //Sets the GSM Module
in Text Mode
  delay(1000); // Delay of 1000 milli seconds or 1 second
  Serial.println ("Set SMS Number");
  SIM900A.println("AT+CMGS=\"+6285755267595\"\\r");    //
Replace with your mobile number

```

```

delay(1000);
Serial.println ("Set SMS Content");
SIM900A.println(d);// The SMS text you want to send
delay(100);
Serial.println ("Finish");
SIM900A.println((char)26);// ASCII code of CTRL+Z
delay(1000);
Serial.println (" ->SMS Selesai dikirim");
gangguan=true;
}

void Memadamkan_Gardu()
{
  lcd.clear();
  int data= analogRead (A0); //KonversiNilaiSensor(dari 0-
1023)menjadi tegangan (0-5V):
  float teganganCB = data/1023.0* 5.0 ;
  int tegangan0 = teganganCB*0 ;
  int tegangan20 = teganganCB/teganganCB*20000 ;
  int data2= analogRead (A4); //KonversiNilaiSensor(dari 0-
1023)menjadi tegangan (0-5V):
  float teganganDSin = data2/1023.0* 5.00 ;
  int tegangan00 = teganganDSin*0 ;
  int tegangan200 = teganganDSin/teganganDSin*20000 ;
  int data3= analogRead (A2); //KonversiNilaiSensor(dari 0-
1023)menjadi tegangan (0-5V):
  float teganganDSout = data3/1023.0* 5.0 ;
  if (teganganCB > 1.7){
    lcd.clear();
    bluetooth.print("CB");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print("CB Terbuka");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print(tegangan0); bluetooth.print(" V");
    bluetooth.print("|");
    if (teganganDSin > 1.8){
      lcd.clear();
      bluetooth.print("LBS Incoming Terbuka");
      bluetooth.print("|");
    }
  }
}

```



```

bluetooth.print(tegangan00); bluetooth.print(" V");
bluetooth.print("|");
if (teganganDSout > 1.7){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Pintu Dapat");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("dibuka");
    bluetooth.print("LBS Outgoing Terbuka");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print("Gardu Aman Dipelihara");
    bluetooth.print("|");
    delay(2000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Maintenance");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("READY!!");
    delay(1000);
    while (operasi == true){
        bluetooth.print(rtc.getDateStr());  bluetooth.print(" / ");
bluetooth.print(rtc.getTimeStr());
        bluetooth.print("|");
        Kirim_sms_pra(); }
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("CB:");lcd.write(2);
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("DSi:");
    lcd.write(2);
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print("DSo:");
    lcd.write(2);
    delay(2000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Pemeliharaan");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Sedang Dilakukan");

```

```

        delay(5000);
    }
    else{
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print(rtc.getDateStr());
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Gardu Padam");
        bluetooth.print("LBS Outgoing Tertutup");
        bluetooth.print("|");
        bluetooth.print("Gardu Bebas Bertegangan");
        bluetooth.print("|");
        bluetooth.print(rtc.getDateStr());   bluetooth.print(" / ");
        bluetooth.print(rtc.getTimeStr());
        bluetooth.print("|");
    }
    delay(500);
}
else{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(rtc.getDateStr());
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Industri Padam");
    bluetooth.print("DS Incoming Tertutup");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print(tegangan200); bluetooth.print(" V");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print("LBS Outgoing Tertutup");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print("Gardu Masih Bertegangan");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print(rtc.getDateStr());   bluetooth.print(" / ");
    bluetooth.print(rtc.getTimeStr());
    bluetooth.print("|");
}
    delay(500);
}
else{

```

```

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(rtc.getDateStr());
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("PT. Argo Jaya");
bluetooth.print("CB");
bluetooth.print("|");
bluetooth.print("CB Tertutup");
bluetooth.print("|");
bluetooth.print(tegangan20); bluetooth.print(" V");
bluetooth.print("|");
bluetooth.print("LBS Incoming Tertutup");
bluetooth.print("|");
bluetooth.print(tegangan200); bluetooth.print(" V");
bluetooth.print("|");
bluetooth.print("LBS Outgoing Tertutup");
bluetooth.print("|");
bluetooth.print("Gardu Bertegangan");
bluetooth.print("|");
bluetooth.print(rtc.getDateStr());    bluetooth.print("    /    ");
bluetooth.print(rtc.getTimeStr());
    bluetooth.print("|");
}
delay(100);
}

```

```

void Menyalakan_Gardu()
{
    lcd.clear();
    int data= analogRead (A0); //KonversiNilaiSensor(dari 0-1023)menjadi tegangan (0-5V):
    float teganganCB = data/1023.0* 5.0 ;
    int tegangan0 = teganganCB*0 ;
    int tegangan20 = teganganCB/teganganCB*20000 ;
    int data2= analogRead (A4); //KonversiNilaiSensor(dari 0-1023)menjadi tegangan (0-5V);
    float teganganDSin = data2/1023.0* 5.00 ;
    int tegangan00 = teganganDSin*0 ;
    int tegangan200 = teganganDSin/teganganDSin*20000 ;
}

```

```

int data3= analogRead (A2); //KonversiNilaiSensor(dari 0-
1023)menjadi tegangan (0-5V):
float teganganDSout = data3/1023.0* 5.0 ;
if (teganganCB > 1.7){
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(rtc.getDateStr());
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Gardu Normal");
bluetooth.print("CB");
bluetooth.print("|");
bluetooth.print("CB Terbuka");
bluetooth.print("|");
bluetooth.print(tegangan0); bluetooth.print(" V");
bluetooth.print("|");
if (teganganDSin > 1.7){
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Masukkan");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("LBS Incoming");
  bluetooth.print("LBS Incoming Terbuka");
  bluetooth.print("|");
  bluetooth.print(tegangan00); bluetooth.print(" V");
  bluetooth.print("|");
  if (teganganDSout > 1.7){
    bluetooth.print("LBS Outgoing Terbuka");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print("Gardu Dipelihara");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print(rtc.getDateStr());   bluetooth.print(" / ");
    bluetooth.print(rtc.getTimeStr());
    bluetooth.print("|");
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Pengoperasian");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Siap Dilakukan");
    delay(2000);
  }
}
}

```

```

        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("CB:");lcd.write(2);
        lcd.setCursor(5,1);
        lcd.print("DSi:");lcd.write(2);
        lcd.setCursor(11,1);
        lcd.print("DSo:");lcd.write(2);
        delay(1000);
    }
    else{
        bluetooth.print("LBS Outgoing Tertutup");
        bluetooth.print("|");
        bluetooth.print("Gardu Siap diberi Tegangan");
        bluetooth.print("|");
        bluetooth.print(rtc.getDateStr());    bluetooth.print(" / ");
        bluetooth.print(rtc.getTimeStr());
        bluetooth.print("|");
    }
    delay(500);
}
else{
    bluetooth.print("LBS Incoming Tertutup");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print(tegangan200); bluetooth.print(" V");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print("LBS Outgoing Tertutup");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print("Gardu Bertegangan");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print(rtc.getDateStr());    bluetooth.print(" / ");
    bluetooth.print(rtc.getTimeStr());
    bluetooth.print("|");
}
delay(500);
}
else{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(rtc.getDateStr());

```

```

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("PT. Argo Jaya");
    bluetooth.print("CB");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print("CB Tertutup");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print(tegangan20); bluetooth.print(" V");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print("LBS Incoming Tertutup");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print(tegangan200); bluetooth.print(" V");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print("LBS Outgoing Tertutup");
    bluetooth.print("|");
    bluetooth.print("Gardu Normal");
    bluetooth.print("|");
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("CB:");lcd.write(1);
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("DSi:");lcd.write(1);
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print("DSo:");lcd.write(1);
    delay(1000);
    while (operasi == false){
        bluetooth.print(rtc.getDateStr());    bluetooth.print(" / ");
        bluetooth.print(rtc.getTimeStr());
        bluetooth.print("|");
        Kirim_sms_pasca();}
    delay(2000);
}
delay(100);
}

void loop() {
    SIM900power();
    kondisi = digitalRead(PEBE);
    // Jika PB ditekan == HIGH, maka aktifkan pola Running LED
    if (kondisi == HIGH) {

```

```

    if (operasi==true){
        operasi= false;
    } else {
        operasi= true;
    }
}

if (operasi==true){
    digitalWrite(led1, HIGH);
    relayState = digitalRead(relay);
    Memadamkan_Gardu();
    if (relayState == HIGH){
        digitalWrite(led_relay_Pin, HIGH);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Gardu Portal");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("Terjadi Gangguan");
        while (gangguan==true){
            Kirim_sms_padam();
        }
    }
    if (relayState == LOW){
        digitalWrite(led_relay_Pin, LOW);
        while (gangguan==false){
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("Gardu Portal");
            lcd.setCursor(0,1);
            lcd.print("Telah Diperbaiki");
            Kirim_sms_selesai_perbaikan();
        }
    }
}
else {
    digitalWrite(led1, LOW);
    Menyalakan_Gardu();
    Serial.print("Mati");
    delay(100);
}

```

```
}  
delay(5000);  
}
```



# LAMPIRAN B

## B.1 Datasheet Magnetic Kontaktor

**CHINT**

Contactors, Relays, Starters

**Contactors**



### NC1 Contactor, 9–95A

#### 1. General

- 1.1 Certificates: CE, KEMA, VDE, EC, ENEC, UL, IEC, GOST, CCC, UL;
- 1.2 Electric ratings: ACS/60Hz, 690V, up to 95A;
- 1.3 Application: remote making & breaking circuit; protect circuit from over-load when assembling with thermal over-load relay;  
Frequent start-up and control of AC motor;
- 1.4 Utilization category: AC-3, AC-4;
- 1.5 Altitude: ≤2000m;
- 1.6 Ambient temperature: -5°C ~ +40°C;
- 1.7 Mounting category: III;
- 1.8 Mounting conditions:  
inclination between the mounting plane and the vertical planes should not exceed ±5°
- 1.9 Standard: IEC/EN 60947-4-1



D-51 >>>

#### 2. Type designation

N C 1 - □ □ □ □ - □

2: DC coil Blank: AC coil

#### Number of contacts

- 10: 3 NO main contacts + 1 NO auxiliary contact (9A, 12A, 18A, 25A, 32A)
- 01: 3 NO main contacts + 1 NC auxiliary contact (9A, 12A, 18A, 25A, 32A)
- 11: 3 NO main contacts + 1 NO and 1 NC auxiliary contact (40A, 50A, 65A, 80A, 95A)
- 04: 4 NO main contacts (9A, 12A, 25A, 40A, 50A, 65A, 80A, 95A)
- 08: 2 NO and 2 NC main contacts (9A, 12A, 25A, 40A, 50A, 65A, 80A, 95A)

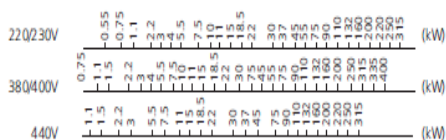
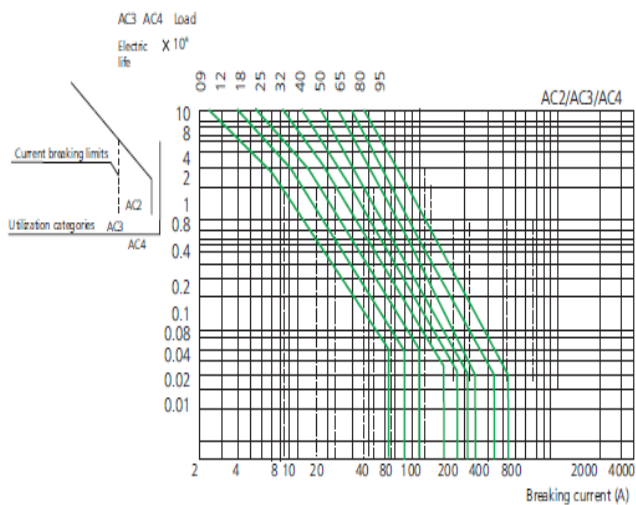
Basic specification, expressed with the rated operational current (380V/400V, AC-3)

Design sequence No.

Contactor

Company code




3. Curves



**4. Technical data**

4.1 AC coil contactor

★ AC coil operation

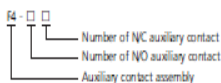
Items	Model		NC1-09	NC1-12	NC1-18	NC1-25
Frame			Frame 1 (3P, 4P)		Frame 2 (3P)	Frame 3 (3P, 4P)
						
Rated conventional heating current (A) AC-1			20	20	32	40
Rated operational current (A)	380/400V	AC-3	9	12	18	25
		AC-4	3.5	5	7.7	8.5
	660/690V	AC-3	6.6	8.9	12	18
		AC-4	1.5	2	3.8	4.4
Rated insulation voltage (V AC)			690	690	690	690
Power of controlled 3-phase cage motor (AC-3)	kW	220/230V AC	2.2	3	4	5.5
		380/400V AC	4	5.5	7.5	11
		660/690V AC	5.5	7.5	10	15
	hp	200V AC	3	5	7.5	7.5
		240V AC	3	5	7.5	10
		460V AC	5	7.5	10	15
		600V AC	5	7.5	10	15
Operating frequency (operations/h)	Electrical	AC-3	1,200	1,200	1,200	1,200
		AC-4	300	300	300	300
		Mechanical	3,600	3,600	3,600	3,600
Electrical life (× 10 <sup>4</sup> operations)	AC-3		1,000	1,000	1,000	1,000
	AC-4		200	200	200	200
Mechanical life (× 10 <sup>4</sup> operations)			10	10	10	10
Matched fuse type			RT16-20	RT16-20	RT16-32	RT16-40

**5. Accessories**

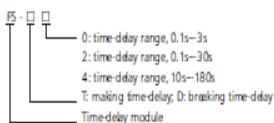
## 5.1 Accessories

Items \ Model			NC1-09(Z)	NC1-12(Z)	NC1-18(Z)	NC1-25(Z)	NC1-32(Z)
AC coil	Coil power	In-rush (VA)	70	70	70	110	110
		Sealed (VA)	9	9	9.5	14	14
		Power (W)	1.8~2.7	1.8~2.7	3~4	3~4	3~4
	Operation range	Operation voltage	(85%~110%) U <sub>s</sub>				
		Drop-out voltage	(20%~75%) U <sub>s</sub>				
DC coil	Coil voltage(50Hz,60Hz, 50/60Hz(V))		24,36,48,110,127,220,240,380,415,440,480,500,600,660				
	Coil power(W)		9	9	11	11	11
DC coil	Operation range	Pick-up voltage	(85%~110%) U <sub>s</sub>				
		Drop-out voltage	(10%~75%) U <sub>s</sub>				
	Coil voltage (V)		24,36,48,110,220				

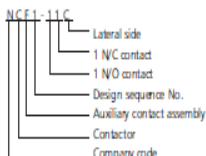
F4 auxiliary contact



F5 auxiliary contact



NCF1-11C lateral side auxiliary contact



## B.2 Datasheet Relay AC Omron MK2P-I

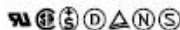
### General-purpose Relay

10490

# MK-I/-S

### Exceptionally Reliable General-purpose Relay Features Mechanical Indicator/Push Button

- Breaks relatively large load currents despite small size.
- Long life (minimum 100,000 electrical operations) assured by silver contacts.
- Built-in operation indicator (Mechanical, LED), push button, diode surge suppression, varistor surge suppression.
- Standard models are UL, CSA, SEV, DEMKO, NEMKO, SEMKO, TÜV (IEC), and VDE.
- Conforming to CENELEC standards.



## Model Number Structure

### Model Number Legend

#### Standard Models

MK ☐ ☐ ☐ ☐ - ☐ - ☐ ☐

1. Contact Form
2. DPDT
3. SPDT
4. Cover
5. Dust cover

3. Internal Connection Construction
- Blank: Standard
- 2 or 5: Non-standard connection (Refer to Terminal Arrangement/Internal Connections)

4. Mechanical Indicator Push Button
- S: Mechanical indicator and push button
- I: Mechanical indicator

5. Approved Standards
- Blank: UL, CSA, DEMKO, NEMKO, SEMKO, SEV, TÜV
- VD: VDE
6. Rated Voltage (Refer to Coil Ratings)

#### Special Accessories

MK ☐ ☐ ☐ ☐ - ☐ - ☐ ☐ ☐

1. Contact Form
- 2: DPDT
- 3: SPDT
2. Cover
- P: Dust cover
3. Classification
- N: LED indicator
- D: Diode
- V: Varistor
- ND: LED indicator and diode
- NV: LED indicator and varistor

4. Coil Polarity
- Blank: Standard
- 1: Reverse
- (Refer to Terminal Arrangement/Internal Connections)
5. Internal Connection Construction
- Blank: Standard
- 2 or 5: Non-standard connection (Refer to Terminal Arrangement/Internal Connections)

6. Mechanical Indicator Push Button
- S: Mechanical indicator and push button
- I: Mechanical indicator
7. Approved Standards
- Blank: UL and CSA only
- VD: VDE (N and D models only)
8. Rated Voltage (Refer to Coil Ratings)

## MK-I/S

### Ordering Information

10490

#### List of Models

Type	Terminal	Contact form	Internal connection (see note 3)	With mechanical indicator	With mechanical indicator and pushbutton	Coil ratings	Approved standards
Standard	Plug-in	DPDT	Standard	MK2P-I	MK2P-S	AC (~), DC (—)	UL, CSA, SEV, DEMKO, NEMKO, SEMKO, TÜV
			Non-standard	MK2P2-I	MK2P2-S		
		SPDT	Standard	MK3P-I	MK3P-S		
			Non-standard	MK3P2-I MK3P5-I	MK3P2-S MK3P5-S		
LED Indicator (see note 2)		DPDT	Standard	MK2PN-I	MK2PN-I-S	AC (~), DC (—)	UL, CSA
			Non-standard	MK2PN-1-2-I	MK2PN-1-2-S		
		SPDT	Standard	MK3PN-I	MK3PN-I-S		
			Non-standard	MK3PN-1-2-I MK3PN-1-5-I	MK3PN-1-2-S MK3PN-1-5-S		
Diode (see note 2)		DPDT	Standard	MK2PD-I	MK2PD-I-S	DC (—)	UL, CSA
			Non-standard	MK2PD-1-2-I	MK2PD-1-2-S		
		SPDT	Standard	MK3PD-I	MK3PD-I-S		
			Non-standard	MK3PD-1-2-I MK3PD-1-5-I	MK3PD-1-2-S MK3PD-1-5-S		
Varistor		DPDT	Standard	MK2PV-I	MK2PV-I-S	AC (~)	UL, CSA
			Non-standard	MK2PV-2-I	MK2PV-2-S		
		SPDT	Standard	MK3PV-I	MK3PV-I-S		
			Non-standard	MK3PV-2-I MK3PV-5-I	MK3PV-2-S MK3PV-5-S		
VDE approved		DPDT	Standard	MK2P-I-VD	MK2P-S-VD	AC (~), DC (—)	UL, CSA, SEV, DEMKO, NEMKO, SEMKO, TÜV, VDE
			Non-standard	MK2P2-I-VD	MK2P2-S-VD		
		SPDT	Standard	MK3P-I-VD	MK3P-S-VD		
			Non-standard	MK3P2-I-VD MK3P5-I-VD	MK3P2-S-VD MK3P5-S-VD		
LED Indicator VDE approved		DPDT	Standard	MK2PN-I-VD	MK2PN-S-VD	AC (~), DC (—)	UL, CSA, VDE
			Non-standard	MK2PN-2-I-VD	MK2PN-2-S-VD		
		SPDT	Standard	MK3PN-I-VD	MK3PN-S-VD		
			Non-standard	MK3PN-2-I-VD MK3PN-5-I-VD	MK3PN-2-S-VD MK3PN-5-S-VD		
Diode VDE approved		DPDT	Standard	MK2PD-I-VD	MK2PD-S-VD	DC (—)	UL, CSA, VDE
			Non-standard	MK2PD-2-I-VD	MK2PD-2-S-VD		
		SPDT	Standard	MK3PD-I-VD	MK3PD-S-VD		
			Non-standard	MK3PD-2-I-VD MK3PD-5-I-VD	MK3PD-2-S-VD MK3PD-5-S-VD		

Note: 1. When ordering, add the rated voltage to the model number. Rated voltages are given in the coil ratings table in Specifications.

Example: MK3P5-S 230 VAC

Rated voltage

2. This DC coil comes in two types: standard coil polarity and reversed coil polarity. Refer to Terminal Arrangement/Internal Connections.

Example: MK2PN-1 24 VDC

Reverse polarity

3. Refer to Terminal Arrangement/Internal Connections for non-standard internal connection.

Example: MK3P-I AP3 24 VAC

Gold plating thickness: 3 µm

#### Accessories (Order Separately)

Item	Model
Track-mounted	8-pin type PFO8A-E
Socket	11-pin type PF11SA-E
Hold-down Clip	PFC-A1

## MK-V-S

### Specifications

10490

#### ■ Coil Ratings

#### UL, CSA, DEMKO, NEMKO, SEMKO, SEV, TÜV

Rated voltage	Rated current		Coil resistance	Must operate voltage	Must release voltage	Max. voltage	Power consumption
	60 Hz	50 Hz					
AC (~)	6 V	360 mA	404 Ω	80% max. of rated voltage	30% min. of rated voltage	90% to 110% of rated voltage	Approx. 2.3 VA (at 60 Hz) Approx. 2.7 VA (at 50 Hz)
	12 V	180 mA	202 Ω				
	24 V	90.0 mA	98.0 Ω				
	50 V	39.0 mA	46.3 Ω				
	100 V	24.8 mA	28.4 Ω				
	110 V	21.0 mA	24.7 Ω				
	120 V	18.0 mA	20.2 Ω				
	200 V	12.1 mA	14.2 Ω				
	220 V	11.0 mA	12.9 Ω				
	230 V	10.5 mA	12.3 Ω				
	240 V	9.2 mA	10.3 Ω				
DC (=)	6 V	255 mA	29.5 Ω	15% min. of rated voltage			Approx. 1.5 W
	12 V	128 mA	15.0 Ω				
	24 V	56 mA	430 Ω				
	48 V	29.5 mA	1,630 Ω				
	100 V	14.7 mA	6,800 Ω				
	110 V	15.1 mA	7,300 Ω				

#### VDE

Rated voltage	Rated current		Coil resistance	Must operate voltage	Must release voltage	Max. voltage	Power consumption
	60 Hz	50 Hz					
AC (~)	6 V	380 mA	325 mA	80% max. of rated voltage	30% min. of rated voltage	90% to 110% of rated voltage	Approx. 2.0 VA (at 60 Hz) Approx. 2.4 VA (at 50 Hz)
	12 V	175 mA	145 mA				
	24 V	91.0 mA	76.5 mA				
	50 V	42.0 mA	36.0 mA				
	100 V	24.0 mA	20.5 mA				
	110 V	21.5 mA	18.0 mA				
	120 V	20.0 mA	17.0 mA				
	200 V	11.2 mA	9.4 mA				
	220 V	10.2 mA	8.7 mA				
	230 V	9.6 mA	8.1 mA				
	240 V	9.4 mA	7.9 mA				
DC (=)	6 V	225 mA	26.7 Ω	15% min. of rated voltage			Approx. 1.3 W
	12 V	116 mA	107 Ω				
	24 V	56.0 mA	440 Ω				
	48 V	29.0 mA	1,660 Ω				
	100 V	13.1 mA	7,660 Ω				
	110 V	12.5 mA	8,720 Ω				

Note: 1. The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C with tolerances of +15%/-20% for AC rated current and ±15% for DC coil resistance.

2. Performance characteristic data are measured at a coil temperature of 23°C.

3. ~, indicates AC and = indicates DC (IEC417 publications).

4. For 200 VDC applications, a 100-VDC Relay is supplied with a fixed 6.8 kΩ, 30 W resistor. Be sure to connect the resistor in series with the coil.

5. For models with the LED indicator built in, add an LED current of approximately 0 through 5 mA to the rated current.

## MK-I-S

10490

### ■ Contact Ratings

Load	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ = 0.4)
Contact mechanism	Single	
Contact material	Ag	
Rated load	10 A at 250 VAC 10 A at 250 VDC	7 A at 250 VAC
Rated carry current	10 A	
Max. switching voltage	250 VAC, 250 VDC	
Max. switching current	10 A	
Max. switching power	2,500 VA, 250 W	1,750 VA

### ■ Characteristics

Contact resistance	50 mΩ max.
Operate time	AC: 20 ms max. DC: 30 ms max.
Release time	20 ms max.
Max. operating frequency	Mechanical: 18,000 operations/hr Electrical: 1,800 operations/hr (under rated load)
Insulation resistance	100 MΩ min. (at 500 VDC)
Dielectric strength	2,500 VAC, 50/60 Hz for 1 min between coil and contacts; 1,000 VAC, 50/60 Hz for 1 min between contacts of same polarity, terminals of the same polarity; 2,500 VAC, 50/60 Hz for 1 min between current-carrying parts, non-current-carrying parts, and terminals of opposite polarity
Vibration resistance	Destruction: 10 to 55 to 10 Hz, 0.75-mm single amplitude (1.5-mm double amplitude) Malfunction: 10 to 55 to 10 Hz, 0.5-mm single amplitude (1.0-mm double amplitude)
Shock resistance	Destruction: 1,000 m/s <sup>2</sup> (approx. 100G) Malfunction: 100 m/s <sup>2</sup> (approx. 10G)
Endurance	Mechanical: 10,000,000 operations min. (at operating frequency of 18,000 operations/hour) Electrical: Refer to <i>Engineering Data</i>
Error rate (reference value)	10 mA at 1 VDC
Ambient temperature	Operating: -10°C to 40°C (with no icing or condensation)
Ambient humidity	Operating: 5% to 85%
Weight	Approx. 85 g

Note: The data shown are initial values.



**MK-I-S****■ Approved Standards**

The following ratings apply to all models.

**UL 508 (File No. E41515)/CSA 22.2 No.0/14 (File No. LR35535)**

Coil ratings	Contact ratings	Operations
6 to 110 VDC 6 to 240 VAC	10 A, 28 VDC (resistive) 10 A, 250 VAC (resistive) 7 A, 250 VAC (general use)	100,000 cycles

**SEV, DEMKO, NEMKO**

Coil ratings	Contact ratings	Operations
6 to 110 V~ 6 to 240 V~	10 A, 250 V~ (NC) ( $\cos\phi = 1$ ) 5 A, 250 V~ (NC) ( $\cos\phi = 1$ ) 10 A, 28 V~ (NC) 5 A, 28 V~ (NC) 7 A, 250 V~ ( $\cos\phi = 0.4$ )	100,000 cycles

**SEMKO**

Coil ratings	Contact ratings	Operations
6 to 110 V~ 6 to 240 V~	10 A, 250 V~ (NC) ( $\cos\phi = 1$ ) 5 A, 250 V~ (NC) ( $\cos\phi = 1$ )	100,000 cycles

**TÜV (VDE 0435 Teil 201/05'90, IEC 255 Teil 1-00/75, EN 60950/88)**

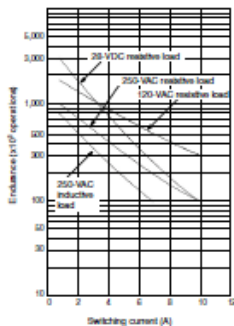
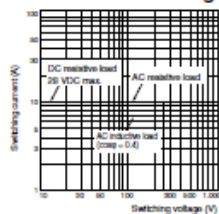
(TÜV File No.: R9051410)

Coil ratings	Contact ratings	Conditions	Operations
6, 12, 24, 48, 100 110 V~ 6, 12, 24, 50, 100, 110 115, 120, 200, 220 230, 240 V~	10 A, 250 V~ ( $\cos\phi = 1$ ) 10 A, 28 V~ 7 A, 250 V~ ( $\cos\phi = 0.4$ )	IEC 255-1-00 Item 3.1.4 Pollution Degree 3, Overvoltage Category II Pick up class - class 2 Temperature class - class b	100,000 cycles

**VDE (VDE 0435 Teil 201/05'83, IEC 255 Teil 1-00/75)**

(VDE File No.: NR 5340)

Coil ratings	Contact ratings	Conditions	Operations
6, 12, 24, 48, 100 110 V~ 6, 12, 24, 50, 100, 110 115, 120, 200, 220 230, 240 V~	10 A, 250 V~ ( $\cos\phi = 1$ ) 10 A, 28 V~ 7 A, 250 V~ ( $\cos\phi = 0.4$ )	C/250 - class 1, class C	100,000 cycles

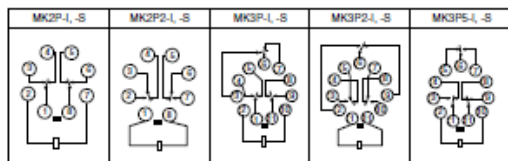
**■ Electrical Endurance****■ Maximum Switching Power**

# MK-I/-S

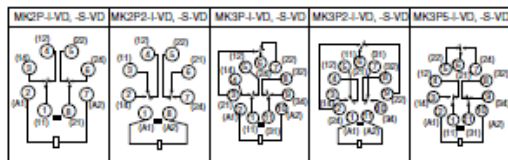
10490

## Terminal Arrangement/Internal Connection (Bottom View)

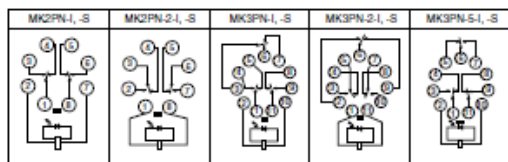
Standard  
(AC/DC Coil)



VDE-approved Type  
(AC/DC Coil)  
( ): Dual Numbering



LED Indicator Type  
(AC Coil)



## B.3 Datasheet Swith Push Button

800B 16 mm Push Buttons

IEC Push Button Specifications

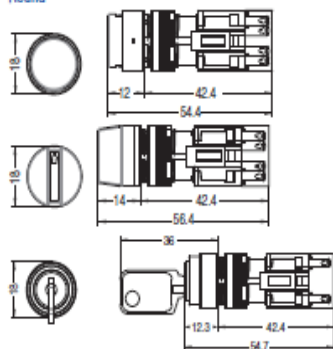
Specifications

Mechanical Ratings	
Vibration (assembled to panel)	Tested at 10...2000 Hz, 1.52 mm displacement (peak-to-peak) max./10 G max. for 6 hr duration, no damage
Shock	Tested at 1/2 cycle sine wave for 11 ms; no damage at 100 G
Degree of protection:	IP66, Type 4/4X/13
Mechanical durability per EN 60947-5-1 (Annex C)	2 000 000 CyclesPush buttons – momentary
	1 000 000 CyclesPush buttons – maintained
	200 000 CyclesSelector switch
	200 000 CyclesKey selector switch
	200 000 CyclesTwist-to-release E-stop
Operating force (typical with one contact block)	Extended : 5...8 N E-stop : 14...16 N
Operating torque (typical application with one contact block)	Selector switch : 0.08 N•m (0.5 lb•in)
Mounting torque	1.1 N•m (10 lb•in)
Environmental	
Temperature range (operating)	-25...+55 °C (-13...+131 °F)
Temperature range (short term storage)	-40...+75 °C (-40...+158 °F)
Humidity	50...90% RH from 25...60 °C (77...140 °F)
‡ Keyed selector switches do not meet 4X rating.	

Mechanical Ratings – Contact Blocks													
Vibration (assembled to panel)	Tested at 10...2000 Hz, 1.52 mm displacement (peak-to-peak) max./10 G max. 6 hr												
Shock	Tested at 1/2 cycle sine wave for 11 ms and no damage at 100 G max.												
Contact durability	200 000 cycles (Cat. No. 800B-PS)												
Contact operation	N.O. / N.C. Snap action												
	N.C. Slow make/break positive opening												
	N.O. Slow make/break												
Push button travel to change electrical state	1.4 mm (0.06 in.)												
Operating force (typical)	1 contact block : 3 N 2 contact blocks : 6 N												
Electrical Ratings													
Standard contact block ratings	AC 15, B300, 1.5 A/240V AC, 3 A/120V AC DC 15, B300, 0.1 A/250V DC, 0.25 A/125V DC												
LED Module ratings	<table><tr><th>Nominal Voltage</th><th>Current</th><th>Frequency</th></tr><tr><td>12...24V AC</td><td>12 mA</td><td>50/60 Hz</td></tr><tr><td>12...24V DC</td><td>12 mA</td><td>DC</td></tr><tr><td>120V AC</td><td>9 mA</td><td>50/60 Hz</td></tr></table>	Nominal Voltage	Current	Frequency	12...24V AC	12 mA	50/60 Hz	12...24V DC	12 mA	DC	120V AC	9 mA	50/60 Hz
Nominal Voltage	Current	Frequency											
12...24V AC	12 mA	50/60 Hz											
12...24V DC	12 mA	DC											
120V AC	9 mA	50/60 Hz											
Thermal current	I <sub>th</sub> = 5 A (AC), I <sub>th</sub> = 1 A (DC)												
Insulation voltage (UI)	300V												
Snub termination	2.6 X 0.5 mm												
Dielectric strength (minimum)	1500V 1 min.												
External short circuit protection – standard blocks	6 A type gG/gC cartridge fuse to EN 60269-2-1 or gN (Class J to UL 248-8 or Class C to UL 248-4)												
Electrical shock protection	Finger-safe conforming to IPXX												

Illumination	
LED Dominant wavelength	Green 525 nm Red 624 nm White —
LED Luminous intensity	Green 500 mcd Red 400 mcd White 1000 mcd
Incandescent maximum wattage	1.2 W
Materials	
Spring	Stainless steel and gold-plated, high-carbon steel
Electrical contacts	Gold-plated silver
Snub terminals	Phosphor bronze with gold or nickel plating
Lenses	Polycarbonate

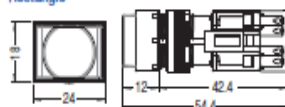
Standards Compliance and Certifications	
Certifications	UL, CSA, CCC, CE
Standards Compliance	UL 508, EN ISO 13853, EN 60947-1, EN 60947-5-1, EN 60947-5-5
Terminal Identification	EN/IEC 60947-1
RoHS Compliant	✓

Approximate Dimensions  
Round

## Square



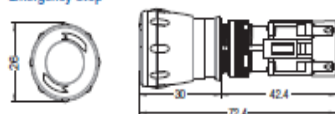
## Rectangle



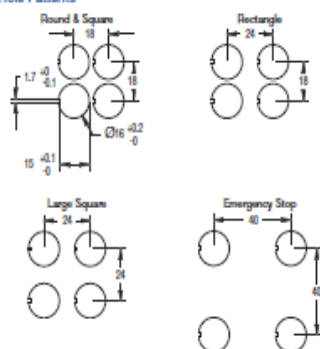
## Large Square



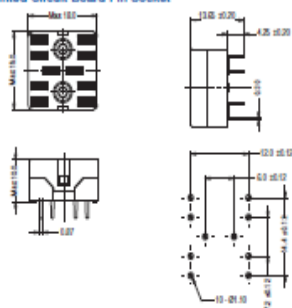
## Emergency Stop



## Hole Patterns



## Printed Circuit Board Pin Socket



## Bul. 800MR - Momentary Contact Push Buttons

## Momentary Contact Push Button Units, Non-Illuminated

Flush Head Unit  
Cat. No. 800MR-A1BExtended Head Unit  
Cat. No. 800MR-B2AMushroom Head Unit  
Cat. No. 800MR-D2B

800MR -  $\frac{A}{a} \frac{1}{b} \frac{A}{c} \frac{d}{d}$

*a*

Operator Type*	
Code	Description
A	Flush head
B	Extended head
D	Mushroom head

*b*

Button Color	
Code	Description
1	Green
2	Black
3	Orange
4	Grey
5	White
6	Red
7	Blue
9	Yellow

*c*

Standard Contact Cartridges	
Code	Description
Blank	No contacts
A	1 N.O. - 1 N.C.
A2	2 N.O.
A3	1 N.O./C.M. - 1 N.C./C.B.
A4	2 N.C.
A7	1 N.C./C.B. - 1 N.C.
B	2 N.O. - 2 N.C.
D1	1 N.O.
D2	1 N.C.

*d*

Contact Block Termination Type†	
Code	Description
Blank	Stub terminals
K	Large screw

\* Guards must be ordered separately.

† Logic Reed and screw blocks can be ordered separately.

## B.4 Datasheet Lampu Indikator AC

### Ad16 Series Pilot Lamp



### Ad16 Series Pilot Lamp

#### Product Overview

Ad16 series pilot lamp only use LED lamp as the light source. The advantage have: long life, gentle weight, small cubage, save energy. It is the advanced product of all kinds of the incandescence lamp and the neon lamp of the XD type. The cover of the lamp is made of PC material, and have good shock resistance. It can be used as indication pilot light, accident signal and other signals in the circuits of such equipment as telecommunication.

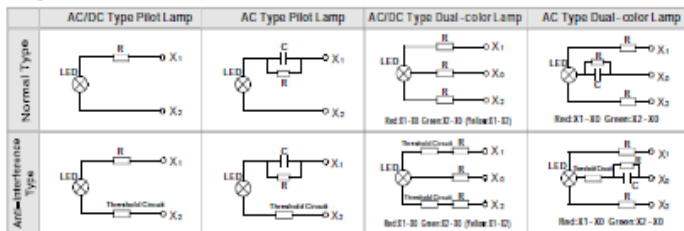
#### Specifications

- ① Electrical Life: >30000 hours
- ② Permitted Voltage : 20%( >110V)
- ③ Dielectric Strength: 2.5kV(AC RMS), 1min
- ④ Usage Frequency(AC): 50 ~ 60Hz
- ⑤ Rated Operating Current: <20mA
- ⑥ Brightness: >100cd/m<sup>2</sup>
- ⑦ Comparative Tracking Index CTI >100, flame retardant
- ⑧ Insulation Resistance: UI<60V, 5M $\Omega$ ; 60V<UI<660V, 50M $\Omega$
- ⑨ Light Color: red, green, yellow, white, blue, orange

#### Implication of Type

AD16	■	□	/	△	/	▲	/	●	/	○
Code of series	The installation dimension of the neck: 16: $\phi$ 16mm 22: $\phi$ 22mm	The design code (A,B,C) express different type of the same neck dimension) M buzzer S Flicker SM Flicker buzzer SS Dual-color lamp	S expresses the super short type, the standard type is without letter.	Color of pilot lamp: R red G green Y yellow O Orange W white B blue	Voltage	K express anti-interference type, the normal type is without letter.	Protective Degree: F PG Indicating type is without PG			

#### Diagram of Interior Connection





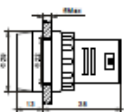


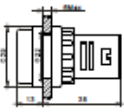


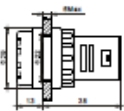


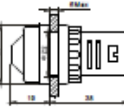


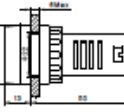


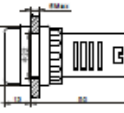
Note: 1. AC/DC type pilot lamp is resistor step-down form; AC type pilot lamp is capacitor step-down form.

2. When voltage is 110V or above it, the temperature of outer shell of AC/DC type pilot lamp is higher than AC type pilot lamp.

#### Attentions

- The frequency of AC type pilot lamp is 50 ~ 60Hz. If work in other frequency ranges, it will be broken.
- The common threshold value of anti-interference pilot lamp is below 40V; and if you need higher threshold value please tell us. We suggest that the threshold value shouldn't be too high. Please check the routing if the interference voltage is too high.
- Connection error is not allowable to AC type dual-color light, otherwise pilot lamp will be broken.
- Avoid using welding mode to connect lines as possible and you should using general plug (2.5 ~ 0.8mm) to connect and wear the protective sleeves. If you need to weld, please finish it in 3 seconds by the electric iron which is below 30W and don't exert external force on terminals.

## Product Outline (φ22)

Shape	Type Number	Color	Operating Voltage	Shape & Dimensions	Remarks
φ22S (super short type) 	AD16-22BS/△/▲	 [W]	AC/DC 6V AC/DC 12V AC/DC 24V AC/DC 36V AC/DC 48V AC/DC 110V AC/DC 220V AC/DC 380V AC 110V AC 220V AC 380V		① Screw Type Connection ② Electric Shock Protection Structure
φ22G (super short type) 	AD16-22GS/△/▲	 [W]			① Screw Type Connection ② Electric Shock Protection Structure ③ IP40 and IP65 can be chosen.
φ22E (super short type) 	AD16-22ES/△/▲	 [W]			① Screw Type Connection ② Electric Shock Protection Structure
φ22H (super short type) 	AD16-22HS/△/▲	 [W]			① 380,220 are the special size for capacitor frame to leak electric. ② Screw Type Connection ③ Electric Shock Protection Structure
φ22B 	AD16-22B/△/▲/●	 [W]			① Screw Type Connection ② Electric Shock Protection Structure ③ Anti-interference type can be customized.
φ22D 	AD16-22D/△/▲/●	 [W]			① Screw Type Connection ② Electric Shock Protection Structure ③ Anti-interference type can be customized. ④ IP40 and IP65 can be chosen.

## B.5 Datasheet Arduino Mega 2560

### Technical Specification

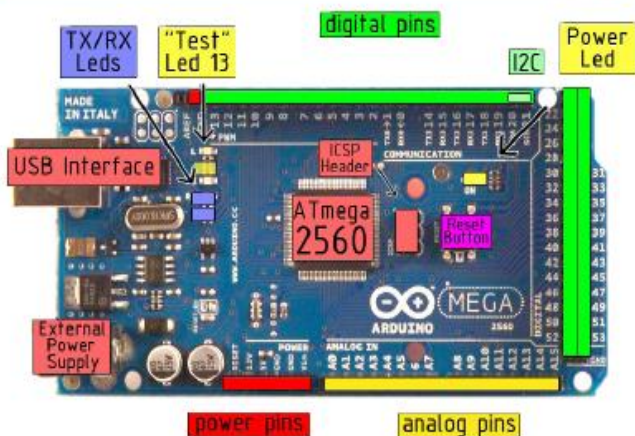


EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#) Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

#### Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

#### the board



radiospares

RADIONICS





## Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 5 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the ATmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

## Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

## Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial:** 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts:** 2 (Interrupt 0), 3 (Interrupt 1), 18 (Interrupt 6), 19 (Interrupt 4), 20 (Interrupt 3), and 21 (Interrupt 2). These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM:** 6 to 18. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI:** 60 (MISO), 61 (MOSI), 62 (SS), 63 (SS). These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- **LED:** 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- **I<sup>2</sup>C:** 20 (SDA) and 21 (SCL). Support I<sup>2</sup>C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I<sup>2</sup>C pins on the Duemilanove.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and [analogReference\(\)](#) function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.



**radiospares**

**RADIONICS**



## Communication

The Arduino Mega2560 has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega2560 provides four hardware UARTs for TTL (5V) serial communication. An ATmega8U2 on the board channels one of these over USB and provides a virtual com port to software on the computer (Windows machines will need a .Inf file, but OSX and Linux machines will recognize the board as a COM port automatically). The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the ATmega8U2 chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Mega's digital pins.

The ATmega2560 also supports I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation on the Wiring website](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega2560 datasheet.

## Programming

The Arduino Mega2560 can be programmed with the Arduino software ([download](#)). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega2560 on the Arduino Mega comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.



radiospares

RADIONICS



# How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

## Linux Install

## Windows Install

## Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

### Blink led

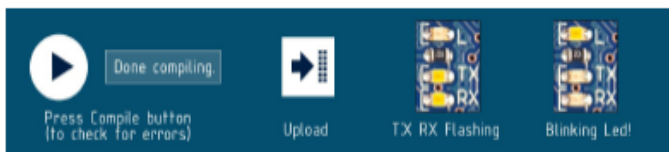
Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook>  
Arduino-0017>Examples>  
Digital>Blink**

Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select MEGA

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.





## LAMPIRAN C

### C.1 Panel Box



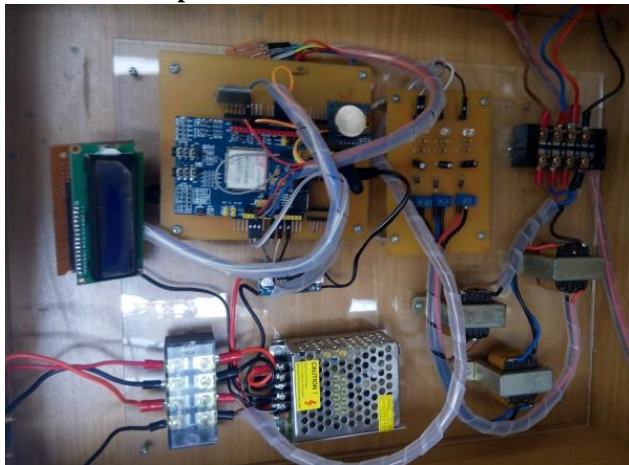
### C.2 Prototipe Gardu Portal Konvensional



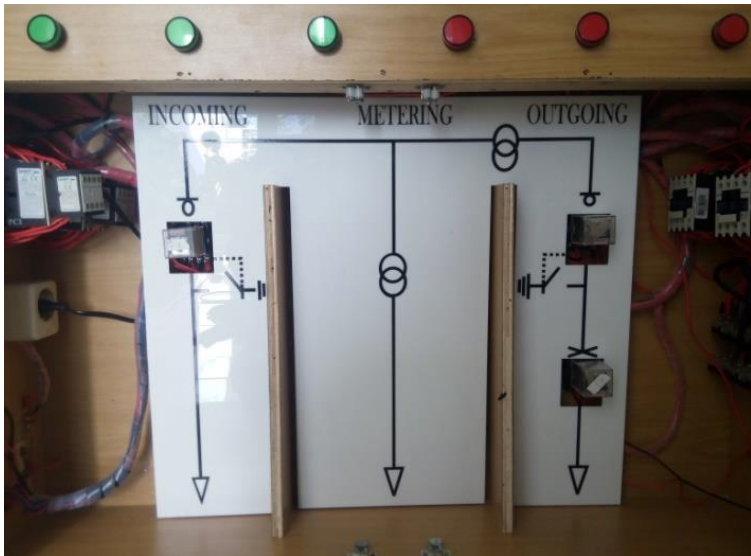
### C.3 Simulasi Gangguan Beban



### C.4 Hardware Prototipe Panel Box



### C.5 Hardware Gardu Portal Konvensional



---Halaman ini sengaja dikosongkan---



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Robyaziz Versiwimpi  
Putra  
TTL : Surabaya, 02 Maret 1996  
Jenis Kelamin : Laki - Laki  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Danau limboto Utara  
VIII A5L-7 Sawojajar  
Malang  
Telp/HP : 085755267595  
E-mail : robyaziz14@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

1. 2002 – 2008 : SD Negeri Kauman 1 Malang
2. 2008 – 2011 : SMP Negeri 3 Malang
3. 2011 – 2014 : SMA Negeri 5 Malang
4. 2014 – 2017 : D3 Teknik Elektro Otomasi, Program Studi Teknik Listrik – Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

### PENGALAMAN KERJA

1. Kerja Praktek di PT PLN (Persero) Rayon Rungkut



